

Der Waldbau

und

seine Fortbildung.

Von

Gustav Wagener,

Gräfl. Castell. Forstmeister.



Stuttgart.
Verlag der J. G. Cotta'schen Buchhandlung.
1884.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

Vorwort.

„Unsere Wissenschaft wird sich fortwährend im Kreise drehen, solange nicht forststatische Untersuchungen ebenso an die Tagesordnung kommen, als die Kulturkünsteleien, in denen man gegenwärtig das Heil der Forstwissenschaft erblickt“ — mit diesen Worten Karl Heyers möchte ich die vorliegende Schrift einleiten und begründen. Die Wahrheit dieses Satzes wird uns in allen Abschnitten entgegentreten. Die Fortbildung des Waldbaues wird ohne die Erkenntnis der Naturgesetze des Baumwuchses niemals sicher fundamentiert werden können und die forstliche Praxis wird ohne die Untersuchung der Wirkungen, welche die wählbaren Wirtschaftsverfahren unter vergleichungsfähigen Verhältnissen hervorbringen, stets führerlos umherirren. Auf diesem wichtigen Gebiete der Bodenkultur verkümmert, wie wir sehen werden, die Fortentwicklung, wenn man die exakte, alle Zweige des Waldbaues durchdringende und alle örtlichen Verschiedenheiten umfassende Forschung mißachtet und durch unsicheres Tasten, durch Gutdünken und Mutmaßung ersetzen zu können wähnt.

Auf den folgenden Blättern werde ich den Beweis für die Richtigkeit dieser Grundanschauung zu führen suchen. Ich werde die Entstehung und die Entwicklung des deutschen Waldbaues nach allen Richtungen überblicken und dabei die herkömmlichen Gebräuche und forstlichen Schulregeln beständig den Aufgaben gegenüberstellen, welche die Holzzucht in der Gesamtwirtschaft unserer Nation zu erfüllen hatte. Man darf sicherlich fragen, wie die Fortschritte be-

schaffen sind, welche die Forsttechnik während des bald vollendeten 19. Jahrhunderts erzielt hat, denn Ende des 18. Jahrhunderts haben bereits vortreffliche Baumeister die deutsche Holzzucht unter Dach und Fach gebracht. Man wird, wie ich vermute, sehr oft die Ueberzeugung gewinnen, daß es die nächste und wichtigste Obliegenheit der jetzt lebenden Forstwirte ist, die zukünftige Berechtigung der bisher gebräuchlichen Wirtschaftsverfahren gründlich und allseitig durch komparative Untersuchungen zu prüfen.

Aber auch denjenigen Fachgenossen, welche die Grundanschauung des Verfassers nicht teilen, wird die vorliegende Schrift, wie ich hoffe, willkommen sein. In der Litteratur des Waldbaues mangelt unverkennbar ein Hand- und Nachschlagebuch, welches die Lehren der namhaftesten Schriftsteller, die wichtigsten Beobachtungen der Praktiker und die Ergebnisse der bereits vorgenommenen vergleichenden Untersuchungen übersichtlich und objektiv darstellt. Diese Lücke wird das vorliegende Werk teilweise ausfüllen. Eine gründliche Durchforschung der gesamten Waldbaulitteratur des 18. Jahrhunderts und der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war dem Verfasser allerdings nicht möglich; für diese Zeit konnten die praktischen Erfahrungen nur soweit mitgeteilt werden, als sie in den Lehren der Waldbauschriftsteller zum Ausdruck gekommen sind.

Zum zweiten und sechsten Abschnitt (S. 66 und 209) finden sich im Nachtrag Ergänzungen und Berichtigungen, auch ist ein S. 309 infolge übermäßiger Anstrengung des Verfassers unterlaufener Rechnungsfehler S. 570 berichtigt worden.

Castell bei **Würzburg**, Ende August 1884.

Inhalt.

Seite

Erster Abschnitt.

Die volkswirtschaftlichen Aufgaben der Waldproduktion.

Wald und Waldesschatten, Waldesgrün und Waldeinsamkeit — welcher Zauber liegt für jeden gebildeten Deutschen in diesen Worten! Innig verwachsen mit dem Gefühlsleben unserer Nation sind die grünen, schattigen Wälder des Heimatlandes. Dichtung und Sage ranken ihre schönsten Blüten um den deutschen Wald. Der dunkle Bergwald umschattet die vielfach rätselhaften Denkmale der Vorzeit. Im Schoße der vaterländischen Wälder haben sich die wichtigsten Ereignisse der alten Geschichte unseres Volkes vollzogen. In den dichten Urwäldern Germaniens war die Volkskraft angewachsen, die herab brauste auf das morsche Römertum und im Harzwald wurde einem tapferen Sachsenherzog die deutsche Königskrone von seinem edlen, hochsinnigen Gegner dargebracht. Und mit Recht preist das deutsche Volk in nie ermüdender Begeisterung die grünen Wälder der Heimat! Waldluft und Waldesschatten bieten eine unversiegbare Quelle der köstlichsten Erquickung für Geist und Körper. Wenn die Städtebewohner der dumpfen, rauchgeschwängerten Atmosphäre, in der sie atmen müssen, entrückt worden sind und eintreten in die grün belaubten Säulenhallen, welche schlank aufgewachsene Hochwaldstämme mit ihrem Kronendach, „aufgebaut so hoch da droben", bilden, begrüßt von den fröhlich singenden Waldvögeln, so wird ihr Denken und Empfinden gebannt und beherrscht von der Poesie des Waldes und des vielgestaltigen Waldlebens. Sie lauschen dem geheimnisvollen Flüstern der Blätter — ahnend, „was sich der Wald erzählt". Und wenn

ländische Nutzholzkonsum aus den inländischen Waldungen befriedigt werden; Jahr für Jahr wandern über 100 Millionen Mark für Mehreinfuhr über die deutschen Grenzen. Das ausländische Nutzholz wird mit sehr hohen Preisen an den Reichsgrenzen eingekauft. Man kann zwar sagen, daß dieser Mehrimport größtenteils durch die ungleichen Produktionsverhältnisse zwischen Deutschland und den Nord-, Ost- und Südostländern Europas verursacht wird. Aber sicherlich würde diese Mehreinfuhr längst zurückgedrängt und durch die Nutzholzausfuhr weit überflügelt worden sein, wenn in den deutschen Waldungen die Stammhölzer, welche für den Hauptzweig des Holzverbrauchs erforderlich sind — hauptsächlich Nadelholzstämme über 25 cm Durchmesser — massenhaft angeboten werden könnten. Unsere Verkehrswege würden durch einen höchst beachtenswerten Nutzholzexport nach den Westländern Europas belebt werden; dem deutschen Volksvermögen würde eine Verstärkung zufließen, die immerhin einige hundert Millionen Jahr für Jahr betragen würde. Die Deutschen sind, wie es mir scheint, nicht so reich, um auf diese Mehreinnahme leichten Herzens verzichten zu können.

Der Nationalwohlstand in unserem Vaterlande wird zukünftig, wie man hoffen darf, dem waldwirtschaftlichen Zweige der Bodenkultur die ausgiebigste Förderung verdanken. Aber zur Zeit steht unverkennbar die Leistungskraft des deutschen Waldbaus auf einer sehr niederen Stufe — nicht infolge unzureichender Bodengüte, sondern infolge der Beschaffenheit der Holzbestände, welche die Forsttechnik seit Beginn des neunzehnten Jahrhunderts herangezogen hat.

Die Baumhölzer, welche in großen Waldbeständen gezüchtet werden können, haben hinsichtlich der Produktion von Gebrauchswerten eine sehr verschiedene Leistungsfähigkeit. Sie sind nicht minder verschieden in ihren Ansprüchen an die Bodenkraft und namentlich an den Wassergehalt des Bodens. Aber die Schöpfung hat einzelne Waldbäume mit einer besonderen Produktionskraft ausgerüstet — vor allem die Lärche, die Fichte, die Weißtanne, die Eiche und die Kiefer. Auf den gewöhnlich vorkommenden Standorten des Waldes stehen diese Waldbäume hinsichtlich der Erzeugung gebrauchsfähiger Bau-, Nutz-

und Werkholzstämme auf höchster Stufe und die Kiefer gewinnt auch dem armen, trockenen Boden die erreichbar höchsten Erträge ab. Sie gedeihen Jahrhunderte lang ohne Schwächung der Bodenkraft — die dunkelkronigen Fichten und Weißtannen in reinen Beständen, die lichtbedürftigen Eichen, Lärchen und die im höheren Alter licht und lückig werdenden Kiefernbestände in Gesellschaft einer bodenschirmenden Holzart.

Die Forsttechnik hat jedoch, wenn es irgend möglich war, konsequent und energisch die Fortpflanzung dieser leistungsfähigsten Waldbäume zu verhindern und zurückzudrängen gesucht. Die Beweggründe treten nicht klar hervor. Man kann nicht behaupten, daß diese hervorragenden Nutzleistungen dadurch in beachtenswerter Weise geschmälert werden, daß hin und wieder Windwurf und Insektenfraß, Schneedruck und in hohen Lagen Rauhreif die geschlossenen Kiefern- und Fichtenbestände stärker trifft, als die Laubholzbestände.

Derartige Beteuerungen sind allerdings versucht worden, aber sie sind, wie wir sehen werden, unüberlegt und unglaubwürdig.

Die Forstwirte standen, wie es scheint, im Banne der herkömmlichen Schulregeln, die in der natürlichen Verjüngung der örtlich vorhandenen Waldbäume ihren Schwerpunkt fanden. Man hatte im achtzehnten Jahrhundert besonderen Wert auf die Nachzucht der masttragenden Holzgattungen, namentlich der Rotbuche, der Stiel- und Traubeneiche gelegt. Die Mast brachte damals einen ansehnlichen Geldertrag aus dem Walde. Vor allem wegen dieser masttragenden Eigenschaft hat man, wie Pfeil berichtet, die Rotbuche und die Eichen **„edle“** Holzarten genannt. In den fruchtbaren Gegenden Deutschlands, auf dem humusreichen, frischen, tiefgründigen Boden der Ebenen, Hügelländer, Vor- und Mittelgebirge haben die Forstwirte mit besonderer Vorliebe und unzerstörbarer Beharrlichkeit diese „edlen“ Holzarten zu erhalten und das Gebiet derselben zu erweitern gesucht. Die Nadelhölzer mußte man in den höheren Gebirgslagen und den Sandebenen dulden, in die Streunutzungsbezirke einbürgern — aber sonst sind sie zur herrschenden Bestandsbildung nur in denjenigen Waldungen zugelassen

worden, in denen die „edlen" Holzarten nicht mehr fortzubringen waren. Sie fungieren, soweit die früheren Laubholzgebiete Deutschlands reichen, vorherrschend als Lückenbüßer in den Laubholzverjüngungsschlägen, man hat sie zur Wiederbestockung der holzleeren Waldflächen und der zu Wald umgewandelten Wiesen und Felder benutzt 2c.

Allerdings ist die Eiche auch im neunzehnten Jahrhundert eine „edle" Holzart geblieben — nicht durch ihren Massenertrag, sondern durch die vorzügliche Dauer des Holzes; es ist zu bedauern, daß sie in der Vorzeit den Buchenbeständen in der Regel nur schwach beigemischt worden ist. Aber die träg wachsende und rasch faulende Rotbuche, die für die Verwendung als Nutzholz nur selten brauchbar ist, hatte, wie wir sehen werden, niemals Berechtigung zur vorherrschenden Bestandsbildung während der Haubarkeitszeit.

Ich werde im vierten Abschnitt den Nachweis führen, daß schon vor Beginn des Eisenbahnbetriebs der Anbau gemischter Nadelholz- und Laubholzbestände und die Bevorzugung der Nadelhölzer allein berechtigt war — auch für die höchstmögliche Brennstoffproduktion —, nicht aber die Begünstigung der Laubhölzer — zumal in reinen und fast reinen Holzbeständen*). Allein die Rotbuche liefert bekanntlich ein schätzbares, heizkräftiges Feuerungsmaterial und deshalb ist die Nachzucht dieser Holzgattung zu einer Zeit, in welcher die gesamte Bevölkerung mit ihrem Brennstoffverbrauch fast lediglich auf den Wald angewiesen war, zu erklären und zu entschuldigen.

Als aber die Dampfmaschine der einflußreichste Faktor im Wirtschaftsleben unserer Nation geworden war, und der Nutzholzverbrauch progressiv zu steigen begann, da war selbstverständlich die intensive Nutzholzproduktion mit der erreichbaren Beschleunigung möglichst in alle Waldungen einzubürgern. Die Forstwirte wissen indessen bis heute noch nicht genau, was die anbaufähigen Holzarten, die wählbaren Betriebsarten, Bestockungsformen, Umtriebszeiten 2c. für die Produktion der gebrauchsfähigsten und markt-

*) Georg Ludwig Hartigs Scharfblick hat schon 1833 die Holzzucht auf den Anbau der Nadelhölzer, namentlich der Fichte, hingewiesen — leider erfolglos.

gängigsten Nutzholzsorten leisten. Sie kennen ebensowenig die Dimensionen, welche für die Hauptzweige des Nutzholzverbrauchs erforderlich sind und die thatsächliche Verteilung des Nutzholzkonsums in die maßgebenden Stärkestufen (15—20 cm, 20—25 cm, 25—30 cm Bretterbreite oder Bauholzbeschlag) mit ausreichender Genauigkeit

In der Forstlitteratur der letzten 40 Jahre findet man hin und wieder die Aufforderung, die Nutzholzzucht zu berücksichtigen. Aber diese Mahnworte sind, wie wir sehen werden, im großen und ganzen wirkungslos geblieben. Die Begünstigung der sog. edlen Holzarten hat auch in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts nicht aufgehört oder es ist lediglich die Nachzucht der im früheren Femelwalde im Daseinskampfe übrig gebliebenen Baumgattungen, möglichst durch natürliche Verjüngung, erstrebt worden. Und vor allem wurde bei der Erziehung der Holzbestände der Kronenschluß nicht unterbrochen. In diesen geschlossenen Beständen gewinnt man während der bisher üblichen, übermäßig hohen Wachstums-Zeiträume vorherrschend Stämme, welche für Sägeholz 2c. zu schwach sind und zumeist zu Brennholz verbraucht werden. Die Ziele und die Wege der ausgiebigen Nutzholzproduktion liegen weit ab von den bisherigen Wirtschaftsregeln, die wir in den folgenden Abschnitten kennen lernen werden.

Die Brennholzproduktion in den deutschen Waldungen ist lediglich ein volkswirtschaftlicher Mißstand. Für den Brennstoffverbrauch unserer Nation sind die Waldungen entbehrlich geworden. Der Bergbau fördert Brennstoff in konzentrierter Form mit sehr geringem Kostenaufwand zu Tage; die Dampfmaschine verfrachtet die Stein- und Braunkohlen auf den Wasser- und Schienenstraßen mit einem gleichfalls sehr geringen Kostenaufwand in die fernsten Gebirgswinkel — in wenigen Jahrzehnten wird voraussichtlich die Gewinnung des noch vorhandenen Brennholzes aufhören, weil die Fällungs- und Transportkosten höher stehen werden, als die Preise äquivalenter Kohlenmengen*). Schon jetzt liefern die Waldungen nur einen sehr geringen Teil des Brennstoffs, der in Deutschland verbraucht wird. Der Waldboden in unserem günstig gelegenen Vaterlande kann bei

*) Ich werde den genauen Nachweis im vierten Abschnitt liefern.

dem großartigen Nutzholzverbrauch in Mitteleuropa viel einträglicher benutzt werden. Die vorherrschende Brennholzzucht würde die Nationalwohlfahrt sehr empfindlich schädigen.

Allerdings liegt ein langer Zeitraum zwischen der Aussaat und der Ernte der Holzbestände. Es ist unter den Forstwirten eine landläufige Redensart geworden: wie können wir die Bedürfnisse der fernen Zukunft erraten?

Das ist offenbar eine ebenso kurzsichtige, als gefahrbringende und zudem völlig unberechtigte Anschauung. Solange Bau-, Werk- und Nutzholz verbraucht werden wird, ebenso lange werden auch diejenigen Holzarten und Holzsorten am meisten begehrt und am höchsten bezahlt werden, welche neben den erforderlichen Dimensionen die vorzüglichsten technischen Eigenschaften, namentlich hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und der Tragkraft besitzen.

Die Ursachen, welche die Entwicklung der Forsttechnik in diese Bahnen gelenkt haben, werden uns in den folgenden Abschnitten täuschungsfrei entgegentreten. Der deutsche Waldbau hat auch im neunzehnten Jahrhundert die Gebräuche fortgesetzt und die Schulregeln befolgt, die sich bis zum Ende des achtzehnten Jahrhunderts herausgebildet hatten. Die Forstwirte haben keinen Wert gelegt auf die klare Erkenntnis und die konsequente Erstrebung der volkswirtschaftlichen Zielpunkte*). Die Versorgung der Gesellschaft mit den gebrauchsfähigsten Waldprodukten in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Kostenaufwand ist niemals der Leitstern des Waldbaus geworden; man hat niemals untersucht, was die anbaufähigen Holzgattungen, die wählbaren Erziehungsmethoden, Bestockungsformen, Umtriebszeiten &c.

*) Man hat allerdings hin und wieder behauptet, daß die nachhaltige Lieferung der größten Rohstoffmenge das national-ökonomische Hauptprincip der Forstwirtschaft sei. Wenn dieses Ziel überhaupt jemals ernstlich erstrebt worden wäre, so würde man gefunden haben, daß weder die Nachzucht der „edlen" Holzarten, noch der Hochwaldbetrieb mit 80—120jähriger Umtriebszeit demselben entsprechen, sondern der Nadelholzanbau und die Benutzung der Bestände im Stangenholzalter.

für die Gewinnung gebrauchswerter Forstprodukte leisten. Verhüllt durch allerlei Schlagwörter, deren Richtigkeit wir kennen lernen werden — unergründliche und stets wechselvolle Beziehungen zwischen Oertlichkeit und Holzwuchs, Gefahren des Nadelholzanbaus u. s. w. — ist auf diesem Gebiete der Bodenkultur thatsächlich eine Stagnation erzeugt worden, die Edmund von Berg mit den Worten treffend charakterisiert hat: „Man überlasse es der Natur, den Platz auszusuchen für die verschiedenen Bäume."

Die vorliegende Schrift ist dem Versuch gewidmet, die Wege zu kennzeichnen, welche den waldwirtschaftlichen Zweig der Bodenkultur zu den höchsten volkswirtschaftlichen Nutzleistungen emporführen werden. In den folgenden Abschnitten werde ich zunächst den Entwicklungsgang des deutschen Waldbaues nach allen Richtungen überblicken und hierauf würdigen, was die herkömmlichen forstlichen Gebräuche und Schulregeln im Hinblick auf das oberste volkswirtschaftliche Produktionsgesetz thatsächlich geleistet haben und ob diese Verfahrungsarten durch Untersuchungen und Beobachtungen hinreichend gerechtfertigt worden sind. Seit fast hundert Jahren ist die Holzzucht in Deutschland als Wissenschaft gelehrt worden und die exakte (induktive und synoptische) Forschung ist die Fundamentalbedingung für die Erkenntnis der Naturgesetze und ihrer Wirkungen. Wenn der Waldbau in der Zukunft einer der wichtigsten Zweige der vaterländischen Volkswirtschaft werden soll, so bedürfen die herkömmlichen Wirtschaftsverfahren, die auf diesem Produktionsgebiete noch heute vorherrschend geübt werden, dringend der allseitigen, scharf beweisenden Begründung und Beleuchtung. Die Männer, die zur rationellen Gestaltung aller Zweige der vaterländischen Volkswirtschaft berufen sind, werden sicherlich nicht mit kritikloser Bewunderung aufblicken zu den dichtgeschlossenen, gleichwüchsigen Stangenhölzern und Baumholzbeständen, weil sie „den Wald so hoch da droben" aufbauen. Im Waldbetriebe ruht ein überaus großer Teil des deutschen Nationalvermögens; jeder Oberförster hat im Boden- und Holzvorrat Werte von Millionen nach richtigen nationalökonomischen Principien zu verwalten.

Der Waldbau muß offenbar in der Zukunft neue Wege

einschlagen. Aber bei der Aufsuchung derselben soll unsere Waldliebe nicht erkalten. Wir wollen nicht, um die spekulative Geldwirtschaft zu fruktifizieren, den herrlichen deutschen Wald möglichst rasch niederreißen und zertrümmern; wir wollen vielmehr die Pracht und Schönheit desselben nicht nur erhalten, sondern wesentlich erhöhen. Man kann nicht sagen, daß die einförmigen, gleichwüchsigen, monotonen Stangen- und Baumhölzer, die mit Blößen, jungen Anflügen, dichten Saaten und geradschnürigen Pflanzungen abwechseln, dem Walde die höchste landschaftliche Schönheit verleihen. Wenn diese Einförmigkeit durchbrochen werden würde von einer wechselvollen Mischung der Laubbäume und Nadelhölzer, wenn unter kräftigen, schön geformten, vollkronigen Waldbäumen Laub- und Nadelhölzer in verschiedenartigen Gruppen und Formen den Boden schützen würden, so wird es sicherlich nicht schwer fallen, diese mannigfach gestalteten Bäume und Baumgruppen in die malerische Verteilung und formvollendete Abwechslung zu bringen, durch welche der kunstsinnige Landschaftsgärtner die ödeste Gegend reizvoll und anmutig auszuschmücken weiß.

Wir können indessen die Leistungsfähigkeit der forstlichen Wirtschaftsverfahren aus volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten nur dann frei und rückhaltslos diskutieren, wenn wir uns vorher versichert haben, daß die Auswahl unter den Baumgattungen, unter den Betriebsarten, Umtriebszeiten, Bestandsformen ꝛc. nicht kollidieren kann mit den Funktionen, welche die Wälder im Haushalte der Natur zu erfüllen haben, denn im entgegengesetzten Falle würde unsere Untersuchung bald ein Ziel finden. Das Klima, die Fruchtbarkeit und Bewohnbarkeit unseres Vaterlandes darf durch die Benutzungsart des Waldes nicht geschädigt werden — von dieser Grundbedingung muß die gesamte waldbauliche Forschung ausgehen.

I.

Welche Wirtschaftsverfahren befördern den günstigen Einfluß des Waldes auf die wäßrigen Niederschläge, die Wärme der Luft und den Wassergehalt der Quellen und Flüsse?

1) Der Wald erhöht, so sagt man allgemein, die **Regenmenge der Länder.** Umfangreiche Entwaldungen bewirken eine örtliche Verminderung der wäßrigen Niederschläge — namentlich im Hochsommer. Allein die Frage, ob und inwieweit die Waldungen auf Regen- und Schneefall einwirken, hat bis jetzt noch keine exakte Lösung gefunden. Jedermann kann beobachten, daß es in den gewöhnlich bewaldeten Gebirgen häufiger und stärker regnet und schneit, als in waldlosen Ebenen. Aber die größere Niederschlagsmenge ist vor allem eine Wirkung der Erhebung des Bodens über die Meeresfläche. Wenn feuchte, warme Luft in die Berge hineinzieht und hier erkaltet, so ist die Wirkung bekannter physikalischer Gesetze so übermächtig, daß es sich fragt, ob dieselbe durch eine höchstens 40 Meter über die Berge hervorragende Schicht von Bäumen in beachtenswerter Weise erhöht werden kann. Zwar kann man darauf hinweisen, daß die Luft im Walde in den Sommermonaten und während des Tages um 1—2 Grad kälter ist, als im freien Felde, dagegen relativ feuchter und zwar im Sommer sehr beträchtlich (nach den Ebermayerschen Untersuchungen 9,28 %) feuchter ist, als im Freien. Infolge dieses Feuchtigkeits- und Temperaturunterschieds wird allerdings die über den bewaldeten Boden hinziehende feuchte Luft *rascher ihren Sättigungspunkt erreichen*, es wird im Walde und vielleicht auf der unmittelbar angrenzenden, nicht bewaldeten Fläche, namentlich im Gebirge, *früher* Feuchtigkeit niedergeschlagen werden, als auf einer unbewaldeten Fläche. Es strömt außerdem die kältere und schwerere Waldluft bei Tage, zumal an heißen Tagen, in das Feld aus, und während der Nachtzeit strömt die wärmere Feldluft, zumal kurz vor Sonnenaufgang, in den Wald ein. Aber es ist fraglich, ob diese Vorgänge, gegenüber den weiteren, ungleich mächtigeren Faktoren, einen bemerkenswerten Einfluß auf die unmittelbare Umgebung des Waldes auszuüben vermögen. Bisher ist

derselbe selbst in trockenen Jahren meines Wissens noch nicht beobachtet worden. Eine viel größere Wirkung auf das Gedeihen der Agrikulturgewächse wird beispielsweise ein klarer Himmel, der Taubildung erzeugt, haben — von stärkeren Niederschlägen abgesehen.

Die Frage, ob die Regenmenge größerer Länderstriche durch diese beiden Vorgänge in beachtenswerter Weise verändert werden kann — diese Frage ist höchstwahrscheinlich zu verneinen.

Unter den europäischen Ländern ist bekanntlich Frankreich am stärksten entwaldet worden. An der Sternwarte zu Paris wurden seit 1688 genaue Messungen über die fallenden Regen- und Schneemengen vorgenommen, aber eine Verminderung der jährlichen Niederschläge, die (aus unbekannten Ursachen) bedeutenden jährlichen Schwankungen unterliegen, ist bis jetzt nicht beobachtet worden. Auch in Amerika hat sich nach den Untersuchungen von Blodge die Menge der Niederschläge nicht verringert, obgleich umfangreiche Waldrodungen vorgenommen worden sind.

Die Berichte, welche eine weitverbreitete Dürre mit der Entwaldung in Beziehung vermuten, stammen zumeist aus heißen Gegenden. Hier ist selbstverständlich die Wirkung des Waldes und Baumschattens auf die Niederschläge größer, als in Deutschland.

Pouchet berichtet, daß im Delta von Oberägypten, welches früher nie mehr als 5—6 Regentage im Jahre hatte, die Zahl derselben auf 45—46 gestiegen ist, seitdem 20 Millionen Bäume angepflanzt und herangewachsen sind. Auch am Suezkanal regnet es, seit der Boden vom Kanalwasser durchdrungen ist und überall Bäume und Sträucher emporwachsen, viel stärker, als früher. Auf der Insel Santa Cruz in Westindien, welche früher mit dichten Wäldern bedeckt war, jetzt aber waldlos ist, verminderte sich, wie Frederic Hubar berichtet, die Regenmenge so sehr, daß die Insel von Osten nach Westen mehr und mehr verödete. Die circa 50 Meilen westwärts unter gleicher Breite liegende, zum großen Teil mit Wäldern bedeckte Insel Porto Rico erfreut sich eines reichlichen Regenfalls und einer großen Bodenfruchtbarkeit.

Quitos westlicher Abhang ist voll Urwald, Perus westlicher Abhang kahl. In Quito herrscht häufig bedeckter Himmel, Nebel und Regen, in Peru ewiger Sonnenschein mit Ausnahme der Wintermonate.

Wenn aber auch wirklich in Mitteleuropa die Regenmenge einer bewaldeten Gegend um 6% größer sein sollte, wie die Regenmenge einer von Wald entblößten Gegend (Professor Mathieu

will dieses fragwürdige Resultat durch sechsjährige vergleichende Messungen in der Nähe von Nancy gefunden haben), so kann man nicht von einer absolut günstigen Wirkung der Wälder reden. Man kann nur sagen, daß eine reiche Bewaldung in nassen Jahren dem Feldbau schädlich und in trockenen Jahren demselben nützlich ist.

Aber es genügt für die hier vorzunehmende Untersuchung nicht, daß wir die allgemeinen Einwirkungen der Waldungen auf die Regenmenge kennen lernen, denn wir haben ja hier nicht die Frage zu erörtern, wie weit die Ausrodung der Waldungen vorschreiten darf, um die günstigste Bewaldungsziffer der einzelnen Länder Deutschlands zu erreichen. Wir müssen vielmehr wissen, ob die Lufttemperatur niedriger und die Luftfeuchtigkeit größer ist in Laubholzwaldungen, in Busch- und Stangenhölzern, auf den stark verdunstenden Heideflächen 2c., oder in Nadelholzwaldungen, in älteren geschlossenen Beständen, auf kahlen Verjüngungsflächen 2c. Diese Fragen sind unendlich weit von ihrer Lösung entfernt. Man kann nur sagen, daß ein günstiger Einfluß des Waldes, wenn er existiert, keinenfalls durch kahle und öde Schlagflächen vermehrt werden wird.

2) Ebensowenig bekannt ist der **Einfluß der Waldungen auf die Lufttemperatur der Umgebung.** In Sicilien soll der Weizen nach der Entwaldung oft nur noch notreif geworden sein. Im südlichen Frankreich (Drome-Departement) sollen viele Oelbäume nach der Entwaldung in den Wintern 1766, 1776 und 1781 durch Frost zerstört worden sein. In Frankenhein an der Rhön wurde zu Ende des vorigen Jahrhunderts noch Wein gebaut; nach der Entwaldung der nordwestlichen und westlichen Berge reifte der Roggen nicht mehr. In Höchberg bei Würzburg bedeckten bis 1815 die sog. Hubwaldungen einen großen Teil der Fläche; nach Urbarmachung derselben waren die edlen Obstsorten nicht mehr fortzubringen, die Weinberge gingen immer mehr zurück. Dagegen steigt im waldlosen Teile Perus (siehe oben) der Getreidebau bis 12000 Fuß, in Quito nur bis 9000 Fuß.

Nach den 1873 veröffentlichten Ebermayerschen vergleichenden Messungen würde durch größere Entwaldungen die höchste Tem-

peratur am Tage vom Mai bis Oktober im großen Durchschnitt um 2½, im Juli über 3 Grad steigen, die niedrigste Temperatur in den Wintermonaten zur Nachtzeit um 0,80 Grad sinken. Der Schutz der angrenzenden Felder durch den Wald wird somit im Vergleich mit dem Temperaturwechsel, der durch Luftströmungen ꝛc. hervorgebracht wird, kaum in die Wagschale fallen, höchstens in Hochlagen eine sehr beschränkte örtliche Bedeutung haben.

3) Dagegen ist mit Sicherheit konstatiert, daß die Erhaltung der Holzbestockung und namentlich der Bodendecke des Waldes den **Wasserabfluß bei Schneeabgang und starken Regenfällen** verlangsamt und dadurch die Ueberschwemmungsgefahr verringert. Darüber ist nicht zu streiten! Aber bis jetzt ist nicht nachgewiesen worden, daß sich der Wasserstand der Flüsse und Bäche infolge größerer Entwaldungen, die man indessen für Deutschland nur vermutet, verringert hat, denn die Pegelmessungen sind unsicher, weil die Veränderung der Wasserquerprofile und die Geschwindigkeit der Wasserbewegung nicht gleichzeitig ermittelt worden ist. — Der Wasserabfluß bei Tauwetter wird wahrscheinlich in Jung- und Stangenhölzern am langsamsten erfolgen; den größten Einfluß hat die Lage nach Norden oder Süden, Osten oder Westen, die Bodenbeschaffenheit (Sand, Thon ꝛc.) u. s. w.

4) Durch vielfache Erfahrungen in verschiedenen Ländern ist ferner glaubwürdig nachgewiesen worden, daß größere Entwaldungen auf die **Quellenspeisung** in trockenen Jahren ungünstig einwirken. Zwar hat Marcé-Davy behauptet, daß unbebauter, vegetationsloser Boden den Quellen und Flüssen größere Wassermengen zuführe, als bebauter Kulturboden, weil die Pflanzen das Wasser im Boden verdunsten. Allein die bis jetzt unbekannte Größe der Wasserverdunstung durch die Waldbäume scheint überschätzt zu sein, während das Wasser in den Waldboden leichter eindringt und infolge der Beschattung an der Bodenoberfläche langsamer verdunstet, als im harten, vegetationslosen Boden.

5) Endlich ist unbestreitbar, daß an steilen Bergwänden die **Abschwemmung und Abrutschung der Erde** durch die Holzbestockung wirksam verhindert und dem **Verwehen des Flugsandes** vorgebeugt wird.

Die Einwirkung des Waldes auf die Verbesserung der Luft,

auf den Wasserabfluß und die Speisung der Quellen beschränkt somit die Maßnahmen der Forstwirte, welche fast ohne Ausnahme die sofortige Wiederbestockung der Verjüngungsschläge und die bestmöglichste Erhaltung und Erhöhung der Produktionskraft des Waldbodens zu erzielen haben, in keiner Weise. Bei der Wahl zwischen dem Hochwald-, Mittelwald- oder Niederwaldbetrieb, bei den Fragen, ob Laubholz oder Nadelholz anzubauen ist, ob die Verjüngung der Waldungen durch natürlichen Samenabwurf oder durch Holzsaat oder Pflanzung zu geschehen hat, ob die Holzbestände im dichten Kronenschluß oder in mehr freiwüchsiger Stellung zu erziehen sind u. s. w. kommen die genannten Wirkungen nicht in Betracht. Man kann nur sagen, daß zur Verhütung von Ueberschwemmungen, Abrutschungen und Abschwemmungen, ferner auf Flugsand und in der Umgebung von Quellen die Holzbestockung möglichst zu erhalten ist und alle in dieser Richtung gefahrbringenden Maßnahmen forstpolizeilich zu verhindern sind.

II.

Die volkswirtschaftliche Versorgung der Gesellschaft mit den brauchbarsten Forstprodukten.

In der staatswirtschaftlichen Literatur sind — namentlich in den letzten zwanzig Jahren — die Aufgaben, welche die deutsche Forstwirtschaft zu lösen hat, klar und erschöpfend dargelegt worden. Unter den Forstwirten war ein heftiger Streit entbrannt über die Abkürzung der Erntezeiten, die man bisher für die Hochwaldbestände festgehalten hatte. Hofrat Preßler von der Tharander Forstakademie hatte ein höchst einfaches Verfahren für die Feststellung der forstlichen Umtriebszeiten vorgeschlagen. Während die Forstwirte den möglichst hohen Umtriebszeiten eine besondere nationalökonomische Wirkungskraft beilegten, forderte dieser Mathematiker, daß man die Holzbestände versilbern solle, wenn sie durch ihren Zuwachs nicht mehr diejenigen Zinssätze des Waldbodenkapitals und Holzverkaufswertes (und zwar mit Zinseszinsen) liefern, welche für hypothekarische Geldanlagen landesüblich sind.

Eingreifend in diesen Streit haben die namhaftesten Vertreter der Volkswirtschaftslehre die gesamt- und privatwirtschaftlichen Gesichtspunkte, welche für die Benutzung der Waldungen maßgebend sind, eingehend gewürdigt. Sie sind im wesentlichen zu übereinstimmenden Resultaten gelangt.

Ohne Zweifel gebietet das oberste volkswirtschaftliche Produktionsgesetz auch der Forstwirthschaft die Erzielung eines Maximums von Gebrauchswerten mit einem Minimum von naturalen (volkswirtschaftlichen) Kosten. Die Nationalökonomen erachten deshalb die Erzielung des größten nachhaltigen Reinertrags für principiell richtig — auch für die Bewirtschaftung der Staatsforsten darf kein anderes Princip leitend werden. Adolph Wagner sagt mit vollem Recht, daß die praktische Durchführung des genannten Princips in einseitiger Vorliebe für den Wald gerade in der neueren rationellen Forstwirtschaft Deutschlands zu sehr vernachlässigt worden sei.

Man würde sonach berechtigt sein, die volkswirtschaftlich höchste Leistungsfähigkeit denjenigen forstlichen Betriebsverfahren, welche den größten Zinsenertrag vom Boden- und Holzvorrats-Kapital liefern, beizumessen. Aber anderseits darf man nicht übersehen, daß die spekulative Steigerung des Zinsengewinns gewisse volkswirtschaftliche Verpflichtungen hat. Der volkswirtschaftliche Organismus muß mit mannigfaltigem Vermögen reichlichst ausgestattet werden. Wenn die einseitige Fruktifizierung des Zinsenertrags dahin führt, daß die gebrauchswerten Forstprodukte nicht mehr mit der bisherigen Vollkommenheit und Mannigfaltigkeit dargeboten werden, so kann möglicherweise diese Erhöhung der privaten Geldrente volkswirtschaftlich nutzlos oder sogar schädlich sein. Für die Gesamtwirtschaft ist es am erwünschtesten, wenn die Steigerung des reinen (oder freien) Einkommens zusammentrifft mit der Erhöhung des Roheinkommens. (Roscher.)

Nach dem heutigen Stande der Volkswirtschaftslehre hat in der That die Forstwirtschaft nur dann Daseinsberechtigung, wenn sie nachweist, daß sie mit allen ihren Wirtschaftsverfahren lediglich die erreichbare Erhöhung des Reineinkommens der Nation erzielt

und in dieser Richtung mit allen anderen Gewerbszweigen obsiegend konkurrieren kann, ohne die Gebrauchsfähigkeit der Produkte beschränken zu müssen.

Der heutigen Technik wird der Ersatz der Erzeugnisse des Waldbodens kein unlösbares Problem bleiben. Beim Häuserbau ist seit langer Zeit die Verwendung des Holzes durch Benutzung der Bausteine, des Eisens ꝛc. in sehr enge Grenzen zurückgedrängt worden; es wird der fortschreitenden Technik nicht unmöglich werden, den Werkholzverbrauch (durch Eisen, Blech, Cement u. s. w.) fast vollständig zu surrogieren, ähnlich gebrauchsfähige Stoffe, wie Holz, herzustellen (man hat bekanntlich schon Eisenbahnräder aus Papier gebaut).

Die Staatswirte werden voraussichtlich nicht zurückschrecken vor der Frage: hat der Waldbau in unserem Zeitalter überhaupt noch volkswirtschaftliche Berechtigung oder ist das gewaltige Holzvorratskapital, welches bisher nur ein kaum nennenswertes Reineinkommen abgeworfen hat, in andere Adern des viel verzweigten volkswirtschaftlichen Organismus zu leiten, damit der letztere in mehr nutzbringender Weise, als durch den Forstbetrieb, belebt wird. Zur Verhütung von Abrutschungen des Bodens an Bergwänden, der Versandungen am Meeresufer, der Ueberschwemmungen, zur Speisung der Quellen u. s. w. genügt, wie wir gesehen haben, eine Bestockung von Busch- und Stangenholz, die man forstpolizeilich sicher stellen kann, und andere Rücksichten auf das Klima und die Bewohnbarkeit unseres Vaterlandes, als die Erhaltung der Holzbestockung, hat die Wirtschaftspolizei nicht zu nehmen. Die „beste, nachhaltigste und billigste Befriedigung des Holzbedürfnisses der Bürger“ kann selbst für den Staatsbetrieb niemals in Frage kommen, weil dieser Wirtschaftszweck dem oben genannten nationalökonomischen Fundamentalgesetz widerstreiten würde. Zudem ist die volkswirtschaftlich wirkungsvollste Verteilung des Einkommens bis jetzt nur nach ihren Endzielen definiert worden — nach Schäffle: höchstes Maß der Gesittung und höchstes Maß aller wahrhaft menschlichen Befriedigungen — und wird niemals näher festgestellt und zergliedert werden können. Man kann nicht sagen, daß den Holzkonsumenten die gewohnten Bezugsquellen zu erhalten sind und daß diese Konsumenten durch reichliche Lieferung — ohne

Rücksicht auf das Reineinkommen des Waldbetriebs — besondere Unterstützung verdienen.

Wir werden im achten Abschnitt erkennen, daß keineswegs die Zertrümmerung der heimischen Wälder in Frage kommen wird, vielmehr der waldbauliche Zweig der Bodenproduktion bei richtiger Organisation das Reineinkommen der Nation in hervorragender Weise befruchten und beleben kann.

Allein dazu ist die volkswirtschaftliche Aufgabe des Waldbaues scharf ins Auge zu fassen. Die deutsche Holzzucht kann nur dann Existenzberechtigung in der Gesamtwirtschaft unserer Nation erringen, wenn der Gesellschaft Forstprodukte, welche nach ihrer Form und ihren technischen Eigenschaften im Vollgenuß der Gebrauchsfähigkeit und Marktgängigkeit stehen, nachhaltig **mit dem erreichbar geringsten Produktionsaufwand** geliefert werden*).

Bei Feststellung des letzteren kann man die Kultur-, Verwaltungs-, Schutzkosten, Steuern 2c. wegen ihrer geringen Schwankungen bei verschiedenen Betriebsverfahren eliminieren. In jedem örtlichen Betriebsverband ist ferner der Verkaufswert des Waldbodens (da ein derartiger Wert entweder für die Frucht- oder lediglich für die Weidenutzung [im Buschholz] zu bestimmen sein würde) als gleichbleibend anzunehmen; derselbe hat auch, indem man die verschiedenen forstlichen Wirtschaftsverfahren für diesen Betriebsverband vergleicht, nicht mit wechselnden Beträgen in Ansatz zu kommen. Man kann sonach das Ziel der Forstwirtschaft dahin bestimmen, daß der Gesellschaft Forstprodukte, welche nach ihrer Form und ihren technischen Eigenschaften im Vollgenuß der Gebrauchsfähigkeit und Marktgängigkeit stehen, **in der erreichbar kürzesten Zeit** und dadurch gleichzeitig **mit dem geringsten Aufwand von Vorratskapital** zu liefern sind.

Keineswegs ist sonach das Maximum der Roherträge bedingungslos zu erstreben. Vielmehr sind die nutzfähigsten

*) Im achten Abschnitt werde ich darlegen, daß die Forstwirtschaft — namentlich bei Veränderung der Bestockungsformen — Nutzholz massenhaft anbieten und billiger herstellen kann, als andere Gewerbszweige die Surrogate des Nutzholzes.

Holzgattungen anzubauen und brauchbare Forstprodukte mit hinreichender Länge und Breite zu züchten — aber die Ernte hat stattzufinden, sobald der Reinertrag seinen Höhepunkt erreicht hat. Man kann beispielsweise nicht sagen: weil ein 240jähriger Eichenbestand eine höhere Summe von Gebrauchswerten, wie ein 120jähriger Eichenbestand hat, so muß der Waldbesitzer die Erntezeit aus nationalökonomischen Gründen vom 120. bis zum 240. Jahre verschieben.

Man wird indessen fragen: wie soll dieser Reinertrag und sein Kulminationspunkt ermittelt werden? Wer kann bei der späten Erntezeit der Waldaussaat den berechtigten Waldzinsfuß ziffermäßig bestimmen?

Ueber diese Schwierigkeit helfen uns glücklicherweise die Eigentümlichkeiten des Holzverbrauchs im Vergleich mit den Wachstumsgesetzen der Holzbestände hinweg. Die gewinnsüchtigste Geldspekulation muß im Waldbetriebe notgedrungen die Ziele verfolgen, welche die Volkswirtschaftslehre im Gesamtinteresse diesem Zweige der Bodenkultur vorgesteckt hat oder — dem Walde fern bleiben*). Getäuscht durch die bisherige Diskussion der Reinertragsfrage in der Forstlitteratur, welche den Gebrauchswert der Stangenhölzer, die mit kurzer Hochwaldumtriebszeit gefällt werden würden, überschätzt hat, haben die nationalökonomischen Schriftsteller Gefahren vermutet, welche thatsächlich nicht existieren.

Schon in der Einleitung habe ich angedeutet, daß die Brennstoffproduktion, die sowohl den Niederwaldbetrieb als 100- und mehrjährige Hochwaldumtriebszeiten, sonach die Forderung sehr verschiedener Zinssätze gestatten würde, in der heutigen Zeit nicht mehr als oberstes waldbauliches Ziel diskussionsfähig ist, mit der Förderung fossiler Brennstoffe nicht mehr in Wettbewerb treten kann. Ich werde im achten Abschnitt näher nachweisen, daß die Rentabilität dieser Brennholzwirtschaft auf einer sehr niederen Stufe steht und niemals der spekulativen Geldwirtschaft genügen

*) Ich habe hier in erster Linie die nachhaltige Bewirtschaftung größerer Waldungen im Auge, welche für den geregelten Waldbau fast lediglich maßgebend ist. Aber wir werden im achten Abschnitt sehen, daß jede Geldspekulation im Waldbetriebe gebrauchsfähige Nutzhölzer heranwachsen lassen muß.

wird. Die deutsche Forstwirtschaft kann nur dann das privat- und gesamtwirtschaftliche Reineinkommen der Nation erhöhen, wenn sie so rasch als möglich die intensive Nutzholzzucht verwirklicht. Für diese Nutzholzproduktion sind durch die Anforderungen der Konsumtion und die Preisverhältnisse enge Grenzen gezogen, die auch die spekulative Geldwirtschaft einzuhalten hat. Der Sägeholz- und Bauholzkonsum, der vorwiegend zu berücksichtigen ist, fordert gewisse minimale Stammholzdimensionen. Die anspruchsvollste und gewinnsüchtigste Privatwirtschaft muß entweder die Stämme und Stammabschnitte, welche mit dem Hauptteil des Baumschaftes diese Durchmesser übersteigen, als Hauptmasse des Haubarkeitsertrags zum Angebot bringen, oder, wie gesagt, der Waldwirtschaft fern bleiben.

Die volkswirtschaftliche Aufgabe des Waldbetriebs liegt, wie ich unten speciell nachweisen werde, keineswegs in der Lösung der Fragen, welcher Zinssatz privatwirtschaftlich wünschenswert ist und ob man die im Kronenschlusse aufwachsenden Holzbestände im 100—120jährigen Alter oder im 50—60jährigen Alter abhauen, etwa allgemein den Niederwaldbetrieb wählen darf. Vielmehr ist vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus zu fordern, daß in allen deutschen Waldungen die Holzgattungen, welche das dauerhafteste und tragkräftigste Bau- und Blochholz liefern — soweit dieselben örtlich anbaufähig sind — mit der erreichbaren Ausdehnung zur Nachzucht gelangen. Der deutsche Waldbau hat hierauf Bestockungsformen zu wählen, welche die Anzucht der brauchbarsten Bau- und Blochhölzer in möglichst kurzer Zeit gestatten. Vor allem ist aber festzustellen, welche Bau- und Blochholzdimensionen nach Länge und Breite genügen, um den inländischen Nutzholzkonsum bestmöglichst zu befriedigen und die überschüssige Nutzholzproduktion Deutschlands exportfähig zu machen. Man darf nicht übersehen, daß die Waldbäume im höheren Alter — sowohl im Kronenschlusse als im Freistande — langsam und träge in die Höhe wachsen und ihren Umfang vermehren, während nach dem bisherigen Preisverhältnis die längeren und breiteren Holzsorten einen nur unwesentlich höheren Gebrauchswert zu haben scheinen, als die kürzeren und schmäleren Bretter- und Brennholzsorten. Wenn es richtig ist, daß selbst die Bewirtschaftung der Staatsforste den nachhaltig

höchsten Reinertrag zu erstreben hat, so ist es auch keiner Frage unterworfen, daß die Verringerung des Reinertrags durch Erhöhung des Kapitalaufwands die Grenze nicht überschreiten darf, durch deren Einhaltung der volkswirtschaftlichen Verpflichtung des Privatbetriebs genügt werden wird. Die volkswirtschaftliche und die privatwirtschaftliche Benutzung der deutschen Waldungen stimmt, wie man sieht, in den Endzielen überein.

In den folgenden Abschnitten werde ich zunächst darstellen, was in dem langen Zeitraum, der seit der wissenschaftlichen Begründung des Waldbaues verstrichen ist, zur Lösung dieser volkswirtschaftlichen Aufgabe geleistet worden ist. Ich werde die heute maßgebenden forstlichen Schulregeln nach ihrer Abstammung aufzuklären suchen und überall fragen, ob und wie weit die gebräuchlichen Wirtschaftsverfahren nach ihrer Leistungskraft für die möglichst vollkommene Befriedigung des Holzkonsums in Deutschland und den Exportländern vergleichend gewürdigt worden sind. Ich hoffe hierdurch den Weg der induktiven Forschung, die Messung der Wertertragsleistungen unserer Waldbäume und Betriebsverfahren unter vergleichungsfähigen Verhältnissen wenigstens anbahnen zu können. Ohne diese komparative Untersuchung wird der deutsche Waldbau niemals sicher und unangreifbar fundamentiert werden können.

Die vornehmste Obliegenheit des Forstwirts ist jedoch die Erhaltung und nachhaltige Steigerung der Waldbodenkraft. Der deutsche Waldbau hat die gebrauchswertesten Holzarten und Holzsorten nachhaltig zu produzieren und deshalb findet die Leistungskraft der Wirtschaftsverfahren ihren sichersten Ankergrund in der Erhaltung und Pflege der Bodenthätigkeit. Die Maßnahmen des Forstwirtes und die Wachstumserscheinungen, welche sie hervorrufen, stehen in beständiger und lebhafter Wechselwirkung mit der Bereicherung und Verarmung des geheimnisvollen Produktionsvermögens im Waldboden. Vor allem waren die Naturgesetze des Waldbaues zu ergründen. Wir müssen die Leistungen in diesen Richtungen kennen lernen, bevor wir die Abstammung und die Ausbildung der forstlichen Wirtschaftsverfahren eingehend erörtern.

Zweiter Abschnitt.

Die Erforschung der Naturgesetze des Waldbaues.

Die Fürsorge für die nachhaltige Speisung der Nahrungsquellen, welche die Waldbäume im Boden finden, ist und war zu allen Zeiten die wichtigste Aufgabe des Forstwirts. Wie sind die Triebkräfte beschaffen, welche hier die prächtigsten Eichen- und Buchenbestände hoch emportreiben und dort krüppelhafte, strauchwüchsige Kiefern kümmerlich am Leben erhalten? Welche geheimnißvolle Vorgänge bewirken die sog. Bodenthätigkeit, deren Belebung das Hauptziel aller forstlichen Maßnahmen ist? Welches sind die Faktoren der sog. Bodenkraft, Standortsgüte u. s. w.? Warum wachsen die Holzbestände auf humusreichen, frischen, tiefgründigen und lockeren Waldböden üppiger empor, als auf humusarmen Böden — zumal, wenn die letzteren flachgründig und trocken sind? Und warum können die Waldbäume diesen aufgespeicherten Humusvorrat entbehren, wenn der Wassergehalt des Bodens besonders günstig ist (wie z. B. im sog. schwitzenden Sande)? Woher stammen die Unterschiede in der Produktionskraft bei Waldböden, die aus ein und derselben Gesteinsart hervorgegangen sind und demgemäß ähnliche sog. mineralische Kraft haben werden? Warum wächst die Rotbuche nicht auf trockenem, tiefgründigem und lockerem Sandboden ebensogut, wie auf Kalk- und Basaltboden und warum wächst der Waldbaum des Sandes, die Kiefer, auf einem ziemlich dichten Lehmboden immerhin besser, als auf lockerem Diluvialsand? Die Pflanzenphysiologen lehren, daß der Wasserstrom, der von den Wurzeln zu den Blättern steigt, die wichtigste Triebkraft des

Pflanzenwuchses sei — warum wachsen nicht alle Holzarten auf einem nassen Boden bei gleichen Verdunstungsverhältnissen im Luftraum am besten? Und weshalb produziert bei gleicher Standortsbeschaffenheit die Fichte die doppelte und dreifache Holzmasse im Vergleich mit der Rotbuche?

Man wird untersuchen dürfen, was die forstliche Bodenkunde bisher zur Beantwortung dieser nächstliegenden Fragen geleistet hat. Ohne die klare Erkenntnis der Naturgesetze, welche den Baumwuchs regeln, kann offenbar die deutsche Forstwirtschaft niemals ihren wissenschaftlichen Grundbau gewinnen. Die forstliche Praxis würde ohne diesen sicheren Wegweiser führerlos umherirren.

In luftrockenem Holze sind im Mittel enthalten:

39,6 % Kohlenstoff,
34,8 % Sauerstoff,
4,8 % Wasserstoff,
0,87 % Asche,
20,0 % Wasser.

Im Holzkörper sind sonach die Elemente, welche das Wasser bilden, am stärksten vertreten und kaum minder wichtig ist der Kohlenstoff. Wo finden die Waldbäume die Bezugsquellen für diese wesentlichsten Bestandteile?

Wir wissen, daß die in den Sonnenstrahlen enthaltene mechanische Kraft bei genügender Wärme in den Chlorophyllkörpern der Blattzellen*) organische Substanz erzeugt. Die Kohlensäure der Luft wird unter lebhafter Verdunstung des aus dem Boden aufsteigenden Wasserstroms und unter Mitwirkung einiger Mineralstoffe und Stickstoffverbindungen zerlegt. Der Kohlenstoff wird assimiliert und der Sauerstoff ausgeschieden. Der Wasserstoff, der im Holze enthalten ist, wird gleichfalls von diesem Wasserstrome geliefert und auch die Mineralstoffe 2c. gewinnt der Baum durch die Verdunstung des Wasserstromes — sie bleiben in den Blättern zurück.

Bei der Ernährung der Holzgewächse kommt sonach zunächst

*) Genauer gesagt in den protoplasmatischen, zunächst farblosen Gebilden, welche aus dem Protoplasma ähnlich wie die Chlorophyllkörper sich aussondern und in den meisten Fällen unter dem Einfluß des Lichtes sich zu Chlorophyllkörnern entwickeln.

Zweiter Abschnitt.

Die Erforschung der Naturgesetze des Waldbaues.

Die Fürsorge für die nachhaltige Speisung der Nahrungsquellen, welche die Waldbäume im Boden finden, ist und war zu allen Zeiten die wichtigste Aufgabe des Forstwirts. Wie sind die Triebkräfte beschaffen, welche hier die prächtigsten Eichen- und Buchenbestände hoch emportreiben und dort krüppelhafte, strauchwüchsige Kiefern kümmerlich am Leben erhalten? Welche geheimnißvolle Vorgänge bewirken die sog. Bodenthätigkeit, deren Belebung das Hauptziel aller forstlichen Maßnahmen ist? Welches sind die Faktoren der sog. Bodenkraft, Standortsgüte u. s. w.? Warum wachsen die Holzbestände auf humusreichen, frischen, tiefgründigen und lockeren Waldböden üppiger empor, als auf humusarmen Böden — zumal, wenn die letzteren flachgründig und trocken sind? Und warum können die Waldbäume diesen aufgespeicherten Humusvorrat entbehren, wenn der Wassergehalt des Bodens besonders günstig ist (wie z. B. im sog. schwitzenden Sande)? Woher stammen die Unterschiede in der Produktionskraft bei Waldböden, die aus ein und derselben Gesteinsart hervorgegangen sind und demgemäß ähnliche sog. mineralische Kraft haben werden? Warum wächst die Rotbuche nicht auf trockenem, tiefgründigem und lockerem Sandboden ebensogut, wie auf Kalk- und Basaltboden und warum wächst der Waldbaum des Sandes, die Kiefer, auf einem ziemlich dichten Lehmboden immerhin besser, als auf lockerem Diluvialsand? Die Pflanzenphysiologen lehren, daß der Wasserstrom, der von den Wurzeln zu den Blättern steigt, die wichtigste Triebkraft des

Pflanzenwuchses sei — warum wachsen nicht alle Holzarten auf einem nassen Boden bei gleichen Verdunstungsverhältnissen im Luftraum am besten? Und weshalb produziert bei gleicher Standortsbeschaffenheit die Fichte die doppelte und dreifache Holzmasse im Vergleich mit der Rotbuche?

Man wird untersuchen dürfen, was die forstliche Bodenkunde bisher zur Beantwortung dieser nächstliegenden Fragen geleistet hat. Ohne die klare Erkenntnis der Naturgesetze, welche den Baumwuchs regeln, kann offenbar die deutsche Forstwirtschaft niemals ihren wissenschaftlichen Grundbau gewinnen. Die forstliche Praxis würde ohne diesen sicheren Wegweiser führerlos umherirren.

In luftrockenem Holze sind im Mittel enthalten:

39,6 % Kohlenstoff,
34,8 % Sauerstoff,
4,8 % Wasserstoff,
0,87 % Asche,
20,0 % Wasser.

Im Holzkörper sind sonach die Elemente, welche das Wasser bilden, am stärksten vertreten und kaum minder wichtig ist der Kohlenstoff. Wo finden die Waldbäume die Bezugsquellen für diese wesentlichsten Bestandteile?

Wir wissen, daß die in den Sonnenstrahlen enthaltene mechanische Kraft bei genügender Wärme in den Chlorophyllkörpern der Blattzellen*) organische Substanz erzeugt. Die Kohlensäure der Luft wird unter lebhafter Verdunstung des aus dem Boden aufsteigenden Wasserstroms und unter Mitwirkung einiger Mineralstoffe und Stickstoffverbindungen zerlegt. Der Kohlenstoff wird assimiliert und der Sauerstoff ausgeschieden. Der Wasserstoff, der im Holze enthalten ist, wird gleichfalls von diesem Wasserstrome geliefert und auch die Mineralstoffe 2c. gewinnt der Baum durch die Verdunstung des Wasserstromes — sie bleiben in den Blättern zurück.

Bei der Ernährung der Holzgewächse kommt sonach zunächst

*) Genauer gesagt in den protoplasmatischen, zunächst farblosen Gebilden, welche aus dem Protoplasma ähnlich wie die Chlorophyllkörper sich aussondern und in den meisten Fällen unter dem Einfluß des Lichtes sich zu Chlorophyllkörnern entwickeln.

äußerst dünne Haut der genannten Haare durchtränkt ist, löslich und diffusionsfähig. Und außerdem wirkt die Lockerheit günstig, weil eine gewisse Luftcirkulation im Boden wegen der Atmung der Wurzeln notwendig ist.

Man kann hiernach versucht werden, anzunehmen, daß die alleinige Triebkraft, welche der Baumwuchs **im Boden** findet, der Wasserstrom sei, denn alle übrigen Eigenschaften des Bodens — der Mineralstoffgehalt, die Tiefgründigkeit und Lockerheit — haben nur eine accessorische oder vermittelnde Wirkung. Man kann zwar fragen, ob in diesem Falle der Humus im Boden zwecklos sei und keine Funktionen zu erfüllen habe. Aber auf diese Frage ist schon längst die Antwort erteilt worden: „Der Humus ist keine Bedingung der Bodenfruchtbarkeit, aber er bringt dem Waldboden, wenn Feuchtigkeit, Tiefgründigkeit, Lockerheit ꝛc. mangeln, diese physikalischen Eigenschaften zurück.“

Unzweifelhaft ist die Wassergewinnung der Wurzeln der wichtigste Faktor für die Ernährung der Waldbäume. Aber die Forschung durfte bei dieser naheliegenden Erkenntnis nicht stehen bleiben. Die Pflanzen-Physiologen haben längst nachgewiesen, daß die Assimilation in einer Luft, die viel reicher an Kohlensäure ist, als man in der Regel findet, eine außerordentlich gesteigerte ist. Diese Stärkebildung erfolgt sprungweise an den sonnenhellen Tagen der Vegetationszeit und es ist leicht einzusehen, daß die Assimilation viel ausgiebiger sein wird, wenn während der gleichen Zeit Luft in die Zellen einströmt, die in 10 000 cbm 600—800 cbm Kohlensäure (Godlewskys Versuche) hat, als wenn die gewöhnliche Luft, die in 10 000 cbm im Mittel 4—6 cbm Kohlensäure enthält, einströmt.

Die atmosphärische Kohlensäure hat mannigfache Quellen — Atmung der Tiere, rauchende Vulkane und Schornsteine ꝛc. — aber es ist zweifellos, daß die Hauptquelle im Boden liegt und durch die Verwesung der abgestorbenen Pflanzen gespeist wird — vor allem im Waldboden. Durch jahrelange Beobachtungen hat man ermittelt, daß die Luft hauptsächlich ihre Kohlensäure aus

dem auf- und abwogenden Kohlensäurevorrat im Boden bezieht. Wenn aus dem humushaltigen, streubedeckten, lockeren Boden ein stärkerer Kohlensäurestrom während der sonnenhellen Vegetationstage durch die Blätter der Baumkronen zieht, wie aus dem flachgründigen, trockenen mageren Boden, wenn namentlich die bindenden Böden, die Kalk- und Basaltböden u. s. w. in Bezug auf Bewahrung und Abgabe der Kohlensäure günstig wirken, so könnte man offenbar das Rätsel der Bodenthätigkeit der Aufklärung erheblich näher rücken.

Immerhin würde die Frage übrig bleiben: warum wächst die Kiefer auf einem trockenen, humusarmen Standort, auf dem Buchen, Eschen, Stieleichen 2c. nicht fortkommen? Zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen war, wie ich oben angedeutet habe, eine genaue Untersuchung der Spaltöffnungsapparate erforderlich. Es ist bis jetzt nur wahrscheinlich, daß die Laubhölzer unter sonst gleichen Verhältnissen viel mehr Wasser verdunsten als die Nadelhölzer. — Genaue und sichere Vergleichungen mangeln. Aber wir wissen, daß die Struktur des Spaltöffnungsapparats der Pflanzen, selbst bei verwandten Pflanzen, genau dem Standort angepaßt ist, daß die verschiedenartigen Schutzmittel, welche die Pflanze für die Spaltöffnungen besitzt, gradweise mit der Trockenheit des Bodens steigend ausgebildet sind, bis dieser Schutz an den Wüstenpflanzen seinen Höhepunkt erreicht*).

Durch die vergleichende Untersuchung der Spaltöffnungs-

---

*) Ich will nur einige dieser Schutzmittel hier anführen. Die Schließzellen liegen in mehr oder weniger großen Vertiefungen, so daß nach außen eine Art Trichter über ihnen liegt; die Außenwände der Epidermiszellen sind stark kutikularisiert; in die Membran sind Kalkoxalatstückchen eingelagert; die Epidermis ist mit einem Wachsüberzuge versehen; die Blätter sind durch Haarbildungen geschützt; die großen Intercellularräumne im Blattmesenchym sind auf kleine Durchlüftungsräume eingeschränkt; viele Gewächse, namentlich in den Steppen, sind durch stark salzhaltigen, langsamer verdunstenden Zellsaft geschützt; die meisten Pflanzen, die einem trockenen Klima angepaßt sind, haben eine entschiedene Neigung, die breite Blattfläche aufzugeben und entweder schmallanzettliche Blätter zu bilden oder, wie die Besenginster, cylindrische Stengel als Assimilationsorgane auszubilden.

apparate und ihrer Thätigkeit konnte man vielleicht die verschiedene Produktivität der Waldbäume bei gleichen oder fast gleichen Standortsverhältnissen auf ihre naturgesetzlichen Ursachen zurückführen. Man konnte auch die Wasserverdampfung der Holzgattungen vergleichend messen, indem man Fichten, Kiefern, Eichen, Buchen zc. unter übereinstimmenden äußeren Bedingungen mit gleicher Wasserzufuhr in je einer Versuchsreihe beobachtete und die Wasserzufuhr in den einzelnen Versuchsreihen verschieden gestaltete. Ich will nicht behaupten, daß die Ergebnisse dieser Untersuchung unmittelbare praktische Anwendung gefunden haben würden; aber man kann niemals wissen, welche praktischen Folgen die Ergründung der wichtigsten Naturgesetze hat.

Endlich war zu untersuchen, welchen Effekt die bei den Waldbäumen verschiedene Wasseraufnahme auf die Stärkebildung in den Chlorophyllkörpern hat. Es ist jedenfalls eine wunderbare Erscheinung, daß die Laubhölzer eine viel stärkere Wassertriebkraft für die Molekularbewegungen, welche die Stärkebildung in den Blättern bewirken, nötig haben, als die Nadelhölzer, aber trotzdem in der Bildung organischer Substanz den Nadelhölzern weit nachstehen.

Vor allem war jedoch im Hinblick auf die wichtigsten Aufgaben der Waldbaupraxis klarzustellen, durch welche Beschaffenheit des Bodens das eindringende Regen- und Schneewasser am wirksamsten für die heiße, trockene Jahreszeit aufbewahrt wird und welche forstlichen Maßnahmen dem gleichen Zweck dienen. Wir wissen, daß durch die Lockerung des Bodens die Kapillarröhren, welche das verdunstende Wasser an die Bodenoberfläche führen, zerstört werden und daß hierdurch die Verdunstung verhindert und die Feuchtigkeit im Wurzelraum erhöht wird. Wie wirken im Vergleich mit dieser Lockerung die dürren Laubblätter und die abgestorbenen Nadeln, das Moos zc. als Bedeckung des Waldbodens? Wie wirken namentlich Heide- und Heidelbeerkräuter, die verschiedenen Grasarten, Farrenkräuter, Besenpfriemen zc. auf die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit? Wenn die reichliche Speisung des Wasserstroms die wichtigste Bedingung des Pflanzenwuchses ist, wenn die Waldbäume auch ohne die Kohlensäurezufuhr aus dem Boden genügend Kohlenstoff aus der Luft zu assimilieren ver-

mögen, so konnten möglicherweise diese Untersuchungen eine ungeahnte praktische Tragweite gewinnen — nicht nur für den Verjüngungs- und Kulturbetrieb, sondern namentlich zur Abwendung der nachteiligen Folgen der Streunutzung, die am Mark unserer Waldungen zehrt (vielleicht weniger durch den Entzug organischer Substanz, als durch die Verringerung des Wassergehalts im Waldboden).

Was ist bisher geschehen, um diese naheliegenden Aufgaben ihrer Lösung entgegenzuführen?

I.

Wo hat man bisher die Nahrungsquellen der Waldbäume gesucht?

Bis zum Jahre 1840, bevor durch die kühnen Theorien Liebigs eine fruchtbringende Bewegung auf dem agrikultur-chemischen Forschungsgebiete hervorgerufen worden war, fand man zur Erklärung der Naturkräfte, welche die Lebenserscheinungen der Pflanzen verursachen, nur inhaltlose Worte, wie Lebenskraft rc. In der ersten Auflage der „organischen Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie" führt Liebig als Beispiel dieser sonderbaren Erklärung des Ernährungsprozesses die Angaben des Forstbotanikers Reum an, der in Tharand lehrte. Die „irdische allgemeine Thätigkeit" bedinge, so sagt Reum, „das Entstehen, Wachsen und Bestehen der Pflanzen," deren Hauptbestandteil „das Erdige" sei.

Wie weit sind seit dem Jahre 1840 die Forstwirte in der Erkenntnis der Naturgesetze, welche das Leben der Waldbäume regeln, vorgedrungen?

1) Die mineralische Bodenkraft.

Karl Grebe definiert in seiner 1865 erschienenen „Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre in ihrer Anwendung auf Forstwissenschaft" die Bodenkraft wie folgt:

„Sie beruht zunächst und vorwaltend auf der mineralischen Zusammensetzung des Bodens, indem davon nicht nur die Summen von mineralischen Stoffen, welche er der Pflanzenernährung nachhaltig darzubieten vermag, sondern auch seine Bindigkeit und Feuchtigkeitshaltung und selbst die Art und Weise abhängig ist, wie er die Zersetzung seiner organischen Beimengungen mehr oder minder zuträglich unterstützt und fördert. Die Bodenkraft wird durch den Grad der Gründigkeit gesteigert und ermäßigt, sie kann nur bei einem angemessenen

Feuchtigkeitsgrad (wegen Lösung der Nährstoffe) zur Wirkung gelangen. Die organische Bodenkraft, die Humushaltigkeit des Bodens, verstärkt die mineralische Bodenkraft." „Je mehr und je nachhaltiger sich also in einem Boden dergleichen auflösliche Verbindungen (Salze) vermöge seiner Zusammensetzung erzeugen, je weniger diese dem Boden in die Tiefe entführt oder ausgewaschen und je vollständiger sie endlich durch ein richtiges Maß von Bodenfeuchtigkeit den Pflanzen zugeführt werden können, um so fruchtbarer verhält sich ein Boden."

Auch die Forscher auf dem Gebiete der forstlichen Bodenkunde haben dem Reichtum des Waldbodens an sog. mineralischer Nahrung, welcher der Erschöpfung infolge von Streunutzung u. s. w. am wenigsten ausgesetzt ist, besondere Wichtigkeit beigelegt. Vonhausen und Gustav Heyer, Stöckhardt, Ebermayer, Schröder, Weber, Schütze, Dulk u. a. haben die Aschenbestandteile der Waldgewächse durch eingehende Forschungen quantitativ zu ermitteln gesucht. Obgleich die Aufschlüsse bis jetzt sehr unbefriedigend geblieben sind, so hat man doch den von den Holzpflanzen mit Minimalmengen aufgenommenen Mineralsubstanzen eine sehr große Bedeutung beigelegt. Vonhausen will die Zuwachsabnahme bei der Lichtstellung der Holzbestände, beim Mittel- und Niederwaldbetrieb ꝛc. auf die Ablagerung des im Boden cirkulierenden Nährstoffkapitals in den Unkräuterüberzug, die Stockausschläge u. s. w. zurückführen. Rudolf Weber vermutet, daß die höheren Ansprüche an die Bodenkraft, welche die Lärche im Flachlande erhebt, durch den größeren Verbrauch von mineralischen Nährstoffen erklärt werden kann und der langsame Wuchs der Eiche im Spessart vom geringen Kalkgehalt des dortigen Sandbodens herrühre. Wilhelm Schütze hat den Sandboden der Mark untersucht und den Phosphor-, Säure-, Kalk- und Kaligehalt steigend mit der Erhöhung der Bonität gefunden. Endlich spricht Ernst Ebermayer, der gründlichste Forscher auf diesem Gebiet, die Ansicht aus, daß bei gleichen äußeren physikalischen Verhältnissen die Ertragsfähigkeit der Bodenarten abhängig sei von der Menge des- oder derjenigen Mineralnährstoffe, welche sich in geringster Menge in demselben vorfinden. Ebermayer beachtet namentlich die Bodenerschöpfung an Kali und Phosphorsäure infolge intensiver Streunutzung.

Das Aschenprozent bedarf sonach eingehender Erörterung, wenn wir die Rückwirkung der Maßnahmen des Forstwirts auf die Produktionskraft des Bodens würdigen wollen.

Die Funktionen der Mineralstoffe im Leben der Holzpflanzen sind bis jetzt ungenügend aufgeklärt worden. Aus den Untersuchungen von Nobbe wissen wir, daß das Kali mitwirkt, wenn Stärke in den Chlorophyllkörpern gebildet wird. Der Kalk imprägniert die Zellmembran und die Verdickungsschichten, er kann hier durch Kieselsäure vertreten werden. Das Eisen ist in geringen Mengen bei der Bildung des Chlorophyllfarbstoffs unentbehrlich. Die Phosphorsäure und Schwefelsäure scheinen bei der Bildung der stickstoffhaltigen Eiweißkörper mitzuwirken. Die Kieselsäure ist kein Nährmittel, sie wird nur in die Zellhäute eingelagert; es ist indessen möglich, daß die Kieselsäure die Dauer der Hölzer vermehrt. Im übrigen sind die Ansichten der Naturforscher noch sehr geteilt.

Wir wissen ferner, daß auf den kalkarmen Silikat- und Sandsteinböden der Kieselsäuregehalt der abgefallenen Blätter im Vergleich mit dem Kalkgehalt viel stärker ist, als auf den kalkreichen Böden, während umgekehrt auf den letzteren der Kalkgehalt in den Blättern überwiegt und der Kieselsäuregehalt zurück tritt. Es ist sonach die Annahme gestattet, daß die Kieselsäure den Kalk ersetzen kann. Wir wissen endlich, daß die Holzpflanze mit dem Kali und der Phosphorsäure sehr haushälterisch umgeht; diese in der Pflanze cirkulierenden Mineralstoffe sind im Frühjahr in den Blättern und Nadeln stark angehäuft, aber bis zum Herbst wandern sie in die Zweige und den Stamm zurück. Dagegen verfährt die Pflanze umgekehrt mit dem Kalke und der Kieselsäure; sie verstärkt den Gehalt der Blätter an diesen Mineralstoffen vom Frühjahr bis zum Herbst.

Es kann darüber kein Zweifel obwalten, daß die Holzpflanze kümmerlich vegetiert und abstirbt, wenn sie die benötigten Mineralstoffe unzureichend in der Bodenlösung vorfindet. Aber schon 1846 hat Karl Heyer geltend gemacht, daß die geringen mineralischen Nährstoffmengen, welche die Waldbäume gebrauchen, selbst in den ärmsten Böden durch die Verwitterung überreichlich geliefert werden und überdies durch die jährlich herabfallenden Regen- und Schneemengen in den Boden gelangen. Heyer berechnete, daß die Kalimenge, welche frei wird, wenn vom Feldsteinporphyr nur eine Schichte von 1 Zoll Tiefe vollständig verwittert, einen Buchenbestand

21000 Jahre und einen Kiefernbestand 30000 Jahre lang ernähren kann. Wenn auch oft, wie die Agrikulturchemie annimmt, in einem kalireichen Boden dieser Mineralstoff in einer ungeeigneten chemischen Form sich befindet, wenn auch nach den neueren Untersuchungen Schröders vom Regenwasser nicht solche große Quantitäten fester Bestandteile in Säuren löslich sind, wie Brandes gefunden hatte, vielmehr der jährliche Niederfall dem Boden nur nahezu die Aschenbestandteile für die Holzerzeugung (exkl. Blätter und Nadeln) zuführt, so ist doch die allgemeine Richtigkeit der Ansicht Karl Heyers bisher durch kein Forschungsergebnis entkräftet worden.

Die beachtenswerten Mineralstoffe, welche der Holzwuchs jährlich dem Boden entzieht, wenn der Laub- und Nadelabwurf dem Boden erhalten bleibt, werden ganz oder nahezu durch das Regen- und Schneewasser ersetzt.

Ernst Ebermayer hat auf Grund ausgedehnter Zuwachsuntersuchungen und Streuanalysen den jährlichen Entzug an Kali und Phosphorsäure durch den Holzzuwachs (exkl. der Belaubung) per Hektar wie folgt berechnet:

	Kali	Phosphorsäure.
1) Buchenhochwald mit 5,32 Festmeter Jahreszuwachs	4,65 kg	2,87 kg
2) Fichtenhochwald mit 8,99 Festmeter Jahreszuwachs	4,06 kg	1,45 kg
3) Kiefernhochwald mit 6,34 Festmeter Jahreszuwachs	2,60 kg	1,07 kg

Julius Schröder fand im jährlichen Regen- und Schneewasser 3,5 kg Kali und 1,1 kg Phosphorsäure pro Hektar, sonach eine ansehnliche Ersatzmenge. Wenn man hierauf den Vorrat an Mineralsubstanzen im Boden, der sich in lösliche Form bringen läßt, berücksichtigt, so liegt klar am Tage, daß die Erschöpfung des Waldbodens durch den Holzwuchs eine sehr kühne Behauptung sein würde. Es ist sogar wahrscheinlich, daß die nachteilige Wirkung der Streunutzung auf den Holzwuchs durch die Verarmung des Bodens an organischen Substanzen und die Austrocknung und Verhärtung desselben in erster Linie verursacht wird.

Stöckhardt untersuchte die in Salzsäure löslichen Mineralstoffe zunächst in einem Sandboden (Heidesand), auf dem keine Streunutzung stattgefunden hatte. Dieser Boden war mit 50jährigen Kiefern bestockt, deren Kronenschluß unvollkommen war. Die drei Zoll mächtige Bodendecke bestand aus Astmoosen mit einzelnen Heide- und Heidelbeerkräutern. In diesem armen Sandboden fanden sich bis zu 47 cm Tiefe in Salzsäure löslich:

Kali	5476	kg per Hektar
Kalkerde	4210	„ „ „
Phosphorsäure	5417	„ „ „
Kieselsäure	1363	„ „ „

Unmittelbar neben diesem Kiefernbestand lag eine hinsichtlich der Streuentnahme nicht geschonte, früher mit 50jährigen Kiefern bestockte, zur Versuchszeit jedoch kahle Fläche mit einzelnen 5—6jährigen Kiefern, größtenteils nackt und nur vereinzelt ärmlich mit Flechten, Heidekraut und Haargras bedeckt. Die Streunutzung hatte längere Zeit periodisch stattgefunden. Hier fanden sich bis 47 cm Tiefe in Salzsäure löslich:

Kali	3810	kg per Hektar
Kalkerde	2857	„ „ „
Phosphorsäure	4832	„ „ „
Kieselsäure	1466	„ „ „

Wenn die saure Wurzellösung im Laufe der Umtriebszeit den Kali- und Phosphorsäurevorrat in gleicher Weise aufzunehmen vermag, wie die Salzsäure in wenigen Stunden, so würde ein sehr frohwüchsiger Kiefernbestand — mit einem Durchschnittsertrag von 6,34 Festmeter per Hektar — auf den zuletzt genannten, überaus entkräfteten Boden das für die Nadeln benötigte Kali nahezu 800 Jahr lang und die für die Benadelung benötigte Phosphorsäure nahezu 1300 Jahr lang finden — bei jährlicher Streunutzung.

Allerdings würde der Kalkgehalt unter gleichen Voraussetzungen nur für etwa 100 Jahre ausreichen. Aber es liegen dieser Vergleichung die Streuproben, welche Ebermayer analysiert hat, zu Grunde und diese sind zumeist kalkhaltigem Boden entnommen; auf kalkarmem Boden tritt der Kalkgehalt der Nadeln zurück und wird durch Kieselsäure ersetzt. Es hat jedoch der Kieselsäuregehalt in dem durch Streunutzung verarmten Boden zugenommen; er ist von 1363 kg auf 1466 kg gestiegen.

Aus diesen Untersuchungen Stöckhardts geht klar hervor, daß die Streunutzung in hervorragendster Weise auf die Verringerung der organischen Substanz im Boden und des Stickstoffgehalts wirkt. Bis zu 47 cm war durch das Streurechen vermindert

der Kaligehalt um	30%
„ Kalkgehalt um	32%
„ Phosphorsäuregehalt nur um	11%,

dagegen der Gehalt an organischen Stoffen um 57% und der Stickstoffgehalt um 43%. In der Bodendecke waren die organischen Stoffe von 16 970 kg auf 1718 kg zurückgegangen, der Stickstoffgehalt von 242 auf 26 kg; also nahezu 90%; im Obergrund fanden sich nur noch 36% der früheren orga-

nischen Stoffe und 51 % des früheren Stickstoffgehalts. Wenn wir erfahren, in welcher Weise der Wassergehalt des Bodens durch die Streunutzung abnimmt, so wird einleuchtend, daß die Pflanzen in den nicht geschonten Böden weder Wasser, noch Kohlensäure finden werden. Es ist offenbar durchaus unwahrscheinlich, daß es den Pflanzen auf dem durch Streunutzung entkräfteten Boden an mineralischer Nahrung mangeln würde, wenn sie die erforderliche Wassertriebkraft im Boden und den erforderlichen Kohlensäurereichtum in der Waldluft finden würden.

Ferner hat der Verfasser die Mineralstoffmengen, welche in den von Ebermayer untersuchten Probeflächen per Hektar abgeworfen worden sind, nach Ertragsklassen zusammengestellt. Ausgehend von der oben erwähnten Erfahrung, daß Kali und Phosphorsäure während der Vegetationszeit in den Stamm zurückwandern, hat der Verfasser behauptet: wenn in den zuwachsarmen Beständen, die nur 2 und 3 cbm Holzmasse per Jahr und Hektar produzieren, die wichtigsten Mineralstoffe im Stamm und den Blättern mangelten und dieser Mangel Ursache der verringerten Produktion war, so konnten unmöglich vor und während der Streunutzung gleiche Mengen von Mineralsubstanzen mit dem Laube abgeworfen werden, wie in den freudig vegetierenden Holzbeständen, die ja nach der Annahme in einem Ueberfluß von mineralischer Nahrung schwelgen müssen. Vielmehr würden die Waldbäume auf den armen Standorten Kali und Phosphorsäure — „um den Hunger zu stillen" — dem Laube bis auf Spuren entzogen haben; desto geringer die Menge des Kalkes, der Kieselsäure rc. im Boden war, umsoweniger wird sie sich abgelagert haben. Aber die Zusammenstellung der Ebermayerschen Resultate ergab das Gegenteil der erwarteten, von den schlechteren zu den besseren Bodenarten aufwärts gehenden Abstufung des Mineralstoffabwurfs. Es fanden sich Kilogramme per Hektar während der größtenteils sechsjährigen Streunutzungsperiode:

	Kali.	Phosphorsäure.	Kalk.	Kieseläure.
in den Kiefernbeständen mit 2—3 Festmeter Jahreszuwachs . .	4,2	3,6	13,6	6,1
in denselben Beständen mit über 6 Festmeter Jahreszuwachs . .	4,1	2,6	36,0	4,8
in den Fichtenbeständen mit 2—5 Festmeter Jahreszuwachs . .	7,3	7,7	51,9	67,7
in denselben über 9 Festm. Zuwachs	4,9	5,9	97,0	22,3
in den Buchenbeständen mit 2—3 Festmeter Zuwachs	9,3	5,6	76,2	32,4
in desgl. über 5 Festmeter Zuwachs	5,8	8,5 *)	79,7	55,4

Es ergibt sich somit lediglich für den Kalk eine Zunahme; diese verstärkte Ablagerung ist vielleicht zu erklären, wenn wir erfahren, daß der Kalk die Kohlenbildung im Boden befördert und schon dadurch ein wesentlicher Faktor der Bodenfruchtbarkeit sein wird. Ueberdies ist die Ablagerung per Festmeter Holzbildung eine nahezu gleiche.

---

*) In den Buchenbeständen mit 3—5 Festmeter Zuwachs 10,9 kg per Hektar.

Der Verfasser hat weiter nachgewiesen, daß nicht nur die Reinaschen-Prozente des Laub- und Nadelabwurfs während der Streunutzung fast immer zugenommen hatten, daß sich auch die Gewichtsmenge des Laub- und Nadelabwurfs in den ersten drei Jahren bei jährlicher Entfernung der Bodenstreu vermehrt hatte und erst später, im fünften und sechsten Jahre, eine Abnahme eingetreten war — offenbar infolge der Bodenaustrocknung.

Es ist sonach kaum anzunehmen, daß die Theorie von der mineralischen Kraft oder Erschöpfung des Bodens ausschlaggebende Bedeutung für die waldbauliche Forschung haben wird. Die vielfachen Arbeiten auf diesem Gebiete waren erfolglos und werden es auch voraussichtlich bleiben.

Ich erörtere den Bedarf der Waldbäume an Stickstoffverbindungen nicht in eingehender Darstellung. Julius Schröder hat (1877) nachgewiesen, daß der mittlere Bedarf des Waldes im Holze 10,22 kg und in der Streu 35,40 kg per Hektar beträgt, während mit dem Regenwasser nur 11,25 kg per Hektar im Mittel zu Boden fallen. Schröder vermutet, daß die schädlichen Wirkungen der Streunutzung durch einen Stickstoffmangel im Boden verursacht werden. Allein der Reichtum an Stickstoffverbindungen ist in einem landwirtschaftlich nicht benutzten Boden sehr groß; in Weihenstephan und Bogenhausen fand man 5145 und 5801 kg per Hektar bis zu 10 Zoll Tiefe, Schmid fand sogar 19 470 kg per Hektar bis zu 30 cm Tiefe.

Man darf vermuten, daß die Ablagerung der Mineralstoffe in den Holzpflanzen auf sehr einfachen Vorgängen beruht. Auch im ärmsten Boden wird die Holzpflanze die benötigten Aschensubstanzen aus der Bodenlösung aufsaugen können. Daran ist nicht zu zweifeln. Aber man wird fragen: woher rühren die Unterschiede in der quantitativen Aufnahme, z. B. bei Buchen und Kiefern? Warum brauchen junge Pflanzen, z. B. Saatschulpflanzen, besonders große Mineralstoffmengen? Wenn Holzgattungen infolge der Struktur der Spaltöffnungsapparate und der noch rätselhaften Vorgänge der quantitativen Assimilation große Mengen Wasser verbrauchen und deshalb nur auf wasserhaltigem Boden gedeihen und gefunden werden, wie z. B. die Rotbuche*), so wird selbstverständlich in den Blättern dieser Holzgattungen eine viel größere Menge Wasser verdunstet, als bei Holzarten, die sehr wenig Wasser verbrauchen. Wenn auch die Wurzeln die ihnen dar-

*) Die Rotbuche hat bekanntlich eine große Brennkraft. Sie hat sonach infolge bekannter Gesetze zur Holzbildung eine sehr große Summe von Kräften verbraucht, die ursprünglich in Form von Lichtschwingungen des Aethers vorhanden waren und in den chlorophyllhaltigen Zellen zur Abscheidung des Sauerstoffs verbraucht und gebunden worden sind. Man wird dieses Verhalten zu untersuchen haben.

gebotenen Nahrungssalze keineswegs in denselben quantitativen Verhältnissen aufsaugen, wie sie in dem Lösungsgemenge vertreten sind, so nehmen sie doch gelöste Stoffe der verschiedensten Art, selbst schädliche, auf und besitzen nicht die Eigenschaft, Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphorsäure oder Schwefelsäure, wenn sie im Boden und der Bodenlösung reichlich dargeboten werden, zurückzuweisen. Hierdurch werden augenscheinlich die höheren Aschenprozente der Buche, Eiche, Hainbuche rc. im Vergleich mit der Kiefer erklärt werden können. Die jungen Saatschulpflanzen werden in der Wasserverdunstung den stark ausdunstenden Gräsern und krautartigen Gewächsen nahestehen.

2) Die geognostische Beschaffenheit des Muttergesteins.

Die Beobachtung, daß der Kalk- und Basaltboden in der Regel eine viel höhere Produktionskraft hat, wie der Diluvialsand, der Thonschiefer- und Grauwackeboden u. s. w., hat die Forstwirte veranlaßt, der Abstammung des Waldbodens vom Muttergestein besondere Bedeutung beizulegen. Karl Grebe und nach ihm Heinrich Stötzer haben den Einfluß der geognostischen Verschiedenheit des Waldbodens zu ergründen versucht. Aber sie haben charakteristische, sonst nicht erklärliche Unterscheidungsmerkmale in keiner Richtung aufzufinden vermocht.

Karl Grebe hat (1856) die Verjüngung des Buchenhochwalds getrennt für die verschiedenen Bodenarten behandelt und eingehend geschildert. Aber das Endresultat trifft stets zusammen mit den wenigen Sätzen, welche ich unten über die Beachtung des Wassergehalts, der Tiefgründigkeit und Lockerheit des Bodens bei der Waldwirtschaft anführen werde.

Auch Heinrich Stötzer hat (1874) die Waldwirtschaft in dem Gebiete der Grauwacke (östlicher Thüringerwald) in einer lesenswerten Abhandlung dargestellt. Er schildert genau die Bodenbildung im cambrischen, silurischen und devonischen System dieser Formation, welche überaus wechselvolle Erscheinungen darbietet. Aber für alle diese mineralogisch sehr verschiedenartigen Formen sind die Wirtschaftsregeln, die Stötzer gleichfalls erschöpfend bespricht, lediglich die bekannten Verfahrungsarten, die der Forstwirt auf allen flachgründigen und trockenen Heideböden oder auf den tiefgründigen und feuchten, zum Graswuchs geneigten Standorten zu wählen hat. Der Forstwirt, welcher in der Muschelkalkformation zu wirken hat, wird auf den flachgründigen Kalkböden und auf dem tiefgründigen, graswüchsigen Kalklehm genau so zu verfahren haben, wie der Forstwirt in der Grauwackenformation des östlichen Thüringerwaldes.

Heinrich Nördlinger und Gustav Heyer haben auf Grund

ihrer Beobachtungen auf das Unzutreffende der Ansicht Grebes hingewiesen. Nördlinger konstatiert ausdrücklich, „daß es keine Holzart gibt, die an ein gewisses Gestein oder eine bestimmte Bodenart geknüpft wäre, daß vielmehr, wenn die äußeren Verhältnisse der Bildung einer hinreichend tiefen Bodenschicht bei genügender Feuchtigkeit gegeben sind, dem Baum seine natürlichen Abfälle erhalten bleiben und kein klimatisches oder ein Hindernis der Lage entgegensteht, jeder Baum auf jeder Gebirgsart gedeihen kann und nachweisbar gedeiht“.

Aber trotzdem ist die Ansicht, daß die geognostische Abstammung einen eigenartigen, nicht näher bestimmbaren Einfluß auf den Holzwuchs und den Erfolg der forstlichen Maßnahmen habe, unter den Forstwirten noch heute weit verbreitet. Mit einer seltenen Beharrlichkeit und Zähigkeit verteidigen viele die Pfeil'sche Meinung, daß es im Waldbau keine allgemein gültigen Regeln gebe, sondern lediglich der Baumwuchs über die beste Wirtschaftsart belehren könne. Diese Ansicht wird, wie man annehmen muß, gekräftigt durch die Beobachtung, daß die Holzpflanzen und die Unkräuter auf Kalk- und Basaltboden in der Regel üppiger wachsen, wie auf trockenem Sandboden und auf flachgründigem Schieferboden u. s. w. Ich bin deshalb veranlaßt, eingehend zu untersuchen, ob bei der Wahl der forstlichen Maßnahmen lediglich die physikalischen Eigenschaften des Bodens — namentlich Feuchtigkeit, Lockerheit, Tiefgründigkeit und Humushaltigkeit — zu beachten sind oder ob vor allem der geognostischen Abstammung eine maßgebende Bedeutung beizulegen ist.

Die Vorgänge bei der Verwitterung der festen Gesteine sind durch die Mineralogen noch immer nicht genügend erforscht worden. Man weiß nur im allgemeinen, daß die chemischen Zerstörungskräfte die Hauptrolle bei der Verwitterung spielen und daß die mechanischen Kräfte, die abwechselnde Hitze und Kälte, die Ausdehnung des Wassers in den Gesteinsritzen beim Gefrieren, die Kraft des fallenden Regenwassers, nicht an sich, sondern nur im Verein mit den chemischen Kräften etwas Erhebliches zu leisten vermögen. Wir wissen, daß die Luft (mit ihrem Sauerstoff und ihrer Kohlensäure), die Meteorwässer (als solche und durch den Sauerstoff und namentlich die Kohlensäure, welche sie enthalten) die Zertrümmerung der festen Gesteine vorzugsweise bewirken. Wir haben im speciellen über die Vorgänge, durch welche sich die Schwemmböden (die Schutt- und Kiesböden, Sandböden, Thonböden, Lehmböden, Kalkböden, Mergelböden u. s. w.) allmählich gebildet haben, nur ganz allgemeine Kenntnisse.

Indessen ist es völlig nutzlos, genau zu erforschen, wie die Alkalifeldspate, welche charakteristische Bestandteile der sog. sauren Silikate, zu denen man den Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Porphyr und Trachyt rechnet, bilden, durch die chemischen und physikalischen Kräfte verändert worden sind; oder wie die andere Gruppe, die Gruppe der basischen Silikate, zu denen man Syenit, Grünstein (Hyperit und Diorit), Melaphyr, Dolerit und Basalt rechnet, mit ihren Hauptbestandteilen, Augit, Hornblende und Labrador, in den verschiedenen Verwitterungsstadien beschaffen ist; oder in welcher Weise die durch das Wasser abgelösten Teile zu geschichteten Gesteinen und hierauf zu Sandstein-, Thon- und Kalkböden abgelagert worden sind. Denn diese Untersuchung könnte offenbar nur den Zweck haben, die geognostischen Formationen zu trennen und zu charakterisieren nach der Reichhaltigkeit der Nahrung, welche den Wurzeln der Waldbäume zufließt. Man hat aber in neuester Zeit erkannt, daß die langjährigen und umsichtigen Bestrebungen, die Bestandteile des heutigen Bodens durch chemische Analyse zu erforschen, nicht einmal ein ungefähres Bild von dem in der Erde für ein Gewächs mit mittlerer Lösungsenergie Verfügbaren zu liefern vermögen, weil man für die chemische Gruppierung der Bestandteile im Boden, die verschiedenartige Wurzelthätigkeit der Gewächse u. s. w. kein exaktes Maß finden kann. Die einsichtsvollsten Chemiker machen den Vorschlag, die von gewissen Pflanzen aufgenommenen Mineralbestandteile als Maßstab für den im Boden verfügbaren Vorrat zu benutzen.

Die Untersuchung, ob durch die Verwitterung aus den einzelnen Gebirgsarten eine quantitativ und qualitativ verschiedenartige mineralische Nahrung für die Waldbäume überliefert wird, ist sonach völlig zwecklos, sie wird niemals benutzbare Anhaltspunkte für die Beurteilung der Fruchtbarkeit des Waldbodens liefern.

In der That treten uns, wenn wir nur einen flüchtigen Blick auf die Art der Aufnahme mineralischer Nährstoffe durch die Pflanzenwurzeln werfen, so wunderbare Erscheinungen entgegen, daß wir verzweifeln müssen, jemals durch die schärfste chemische Analyse die Auswahl, welche die Pflanze trifft, und die Ersatzmittel, welche sie im Notfalle heranzuziehen vermag, allgemein zu ergründen und zu normieren. Der Boden hat die Eigenschaft, gelöste Stoffe sehr verschiedener Art, vorzüglich aber unorganische Substanzen, unter ihnen eine Reihe von Pflanzennährstoffen, in sich niederzuschlagen, so daß die durchfiltrierende Lösung weit ärmer an diesen Stoffen wieder aus der Erde austritt. Von den Stoffen, die in Betracht kommen, sind alle Basen, nämlich Ammoniak, Natron, Kali und Magnesia und von den Säuren Kieselsäure und Phosphorsäure der Absorption zugänglich, während Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure nicht absorbiert werden. Infolge dieser Eigenschaft des Bodens sind in der Bodenlösung auch bei weit vorgeschrittener Verwitterung nur wenige Stoffe vorhanden. Aber die Pflanzen entziehen der verdünnten Bodenlösung die Bestandteile nicht gleichmäßig; sondern die aufnehmbaren Stoffe, namentlich Kali, Salpetersäure und

Ammoniak, werden in weit größerem Verhältnis, als dieselbe in der Bodenlösung vorhanden sind, aufgenommen. Wenn die Bodenlösung durch diesen Uebergang von Stoffen an die Pflanze noch weiter verdünnt ist, so wird sie ihre lösenden Kräfte auf die in der Feinerde verteilten Verbindungen richten und aus diesem Reservoir nahezu ihre alte Konzentration wieder herstellen. Außerdem führen auch die Wurzelspitzen die in ihrer Umgebung befindlichen festen Körper durch die aus den Wurzeln ausscheidende Kohlensäure und andere, im Wurzelsaft enthaltene kräftige Säuren in Lösung über und nehmen dieselbe infolge der osmotischen Gesetze in die Wurzelzellen auf.

Es ist sonach klar, daß der Reichtum eines Gesteins an Mineralsubstanzen die Fruchtbarkeit des Waldbodens nicht erhöhen kann, weil die überschüssigen Mineralstoffe wirkungslos bei der Ernährung der Waldbäume bleiben.

3) Die Bedeutung der Oertlichkeit für die Wahl der forstlichen Maßnahmen.

Auf dem Gebiete der Forstlitteratur hat während eines langen Zeitraums Friedrich Wilhelm Leopold Pfeil eine tonangebende Stellung usurpirt — vor allem durch die rücksichtslose Verfolgung gegnerischer Ueberzeugungen mit ätzendem Spotte. Dieser Mann, der zeitlebens mit den Naturwissenschaften auf feindlichem Fuße stand, hat unermüdlich und leider erfolgreich die exakte Forschung auf waldbaulichem Gebiete bekämpft und verhöhnt. Es gibt, so lehrte Pfeil, keine allgemeinen Regeln für die Art des Anbaues, der Erziehung und Behandlung der verschiedenen Waldbaumhölzer. Die forstlichen Wirtschaftsverfahren müssen, stets wechselnd, den Eigentümlichkeiten des Standorts angepaßt werden; jeder Forstmann muß die zu ergreifenden Maßnahmen im einzelnen den örtlichen Verhältnissen entsprechend wählen, ohne durch irgend eine Regel gebunden zu sein.

Mit diesem Losungswort hat Pfeil die langjährige Stagnation im Entwicklungsgange des deutschen Waldbaues, welche die Schilderung dieses Entwicklungsganges in den folgenden Abschnitten wie ein schwarzer Faden durchziehen wird, befestigt. Die praktischen Forstwirte glaubten und glauben noch heute, daß das sog. forstliche Verhalten der Waldbäume in geheimnisvoller, nur dem forstlich geschulten Auge erkennbarer Abhängigkeit von den sog. örtlichen Verhältnissen stehe. Eine wissenschaftliche Begründung der Holzproduktion sei, so hatte ja der berühmte Pfeil gelehrt, bei

der veränderlichen Natur der Waldzustände im Deutschen Reiche unmöglich.

Pfeil hat, wie wir gleich sehen werden, diese so scharf betonten Einflüsse der Oertlichkeit niemals analysiert, sondern sich lediglich auf mysteriöse Andeutungen beschränkt. Man darf deshalb fragen: wie sind dieselben beschaffen? Hat man an irgend einem Orte unerklärbare Erscheinungen im Holzwuchs, bei der Verjüngung der Bestände, dem künstlichen Holzanbau 2c. gefunden, deren naturgesetzliche Ursachen trotz der gründlichsten Forschung der menschlichen Erkenntnis verborgen geblieben sind? Alle diese Erscheinungen sind, wie ich vermute, mit leichter Mühe zurückzuführen auf die Eigenschaften des Bodens, welche den Nahrungszufluß vermitteln — auf die Wasser- und Humushaltigkeit, die Tiefgründigkeit und Lockerheit des Waldbodens.

Die Rücksichten, welche der Forstmann beim Anbau der Holzgattungen nach Maßgabe ihres örtlichen Gedeihens, welches Pfeil lediglich im Auge hat, zu nehmen hat, liegen klar am Tage. Er hat zunächst die vertikalen und horizontalen Verbreitungsgrenzen der Waldbäume zu beachten; er darf ebensowenig im Hochgebirge die brüchige Kiefer, wie auf tiefgelegenem Sumpf-, Bruch- und Moorboden die Lärche anbauen, die in den Alpen ihre Heimat hat. Der Forstmann hat ferner zu beachten, daß die Baumhölzer ungleiche Ansprüche an den Wassergehalt und die Tiefgründigkeit des Bodens machen; man kann auf trockenem, mit dichter Heide überzogenem Diluvialsand keinen Buchenhochwald, auf flachgründigen Muschelkalkköpfen keine langschaftigen Eichennutzholzstämme und auch keine Erlen und Eschen züchten. Wenn aber Zweifel entstehen, ob in irgend einer Oertlichkeit Buchen und Eichen, die besondere Ansprüche an die Feuchtigkeit, Tiefgründigkeit und den Humusgehalt des Bodens machen, oder genügsamere Waldbäume eingebürgert werden sollen, so ist (außer der Höhenlage) lediglich die Humushaltigkeit, die Tiefgründigkeit und Feuchtigkeit des Waldbodens maßgebend — und diese Bodeneigenschaften sind keineswegs mysteriös zu nennen.

Bei der natürlichen Verjüngung und der Saat und Pflanzung der Waldbäume gilt in allen Oertlichkeiten die erste Regel: Erhaltung der Feuchtigkeit, der Lockerheit und so viel als möglich der

Humushaltigkeit des Bodens und Verhütung des Unkrautwuchses. Bei der natürlichen Verjüngung muß man überall bis zur vollzogenen Ansamung dunkle Schlagstellung wählen; aber man muß auf trockenem Boden am rascheſten lichten, um die jungen Pflanzen durch die Tau- und Regenniederschläge turgeszent zu erhalten. Auf feuchten, humusreichen Böden, die zu Gras- und Unkrautwuchs neigen, auf Böden, die leicht fest werden, verhärten und verangern, in Lagen, in denen Spätfröste zu befürchten sind, hat man unter starkem Schirm zu verjüngen. Die künstliche Kultur auf trockenem Boden bedingt vorausgehende Bodenlockerung, Beigabe eines Erdballens u. s. w. Wenn die Lichtpflanzen auf wasserhaltigen und humusreichen Böden, in den östlichen Länderstrichen Deutschlands, im Hochgebirge, an der Seeküste 2c. schattenertragender sind, als auf den entgegengesetzten Standorten, so ist die Ursache, welche diese Erscheinung bewirkt, nicht rätselhaft, weil man die Gesetze der Wasserverdunstung durch die Blätter kennt. Im übrigen wachsen die Waldbäume je nach dem Wassergehalt und der Tiefgründigkeit, unterstützt durch den Humusvorrat, mit lebhaftem oder trägem Höhen- und Stärkenwuchs empor — dazu kann der Forstwirt nichts thun; er muß lediglich für Erhaltung der Laub-, Nadel- und Moosdecke des Bodens besorgt sein. Es ist sicherlich für den Forstmann wissenswert, warum der Kalkgehalt des Bodens den Wuchs der Rotbuche besonders belebt, wenn der Boden nicht flachgründig und trocken ist — aber die Forschung nach der Ursache dieser Erscheinung ist auf die sogleich zu besprechenden Vorschriften Pfeils ohne Einwirkung geblieben. In den natürlichen Verbreitungsgrenzen der deutschen Waldbäume regeln, wie man sieht, überall die physikalischen Eigenschaften des Bodens den Holzwuchs und die forstlichen Maßnahmen. In allen Oertlichkeiten begegnet man denselben Naturgesetzen. Der Forstmann hat allerdings die Oertlichkeit nach den vorstehend angeführten Eigenschaften des Standorts genau zu beachten und zu ergründen. Er hat ferner die Hauptrichtungen des örtlichen Holzverbrauchs bei der Wahl unter den anbaufähigen Holzgattungen, der Feststellung der Umtriebszeiten, Bestockungsformen 2c. eingehend zu würdigen. Aber diese Rücksichtnahme und die Zurückführung der forstlichen Maßnahmen auf die genannten Standortseigenschaften

ist der Lehrthätigkeit Pfeils ferngeblieben und von seinen Anhängern kaum beachtet worden.

Man wird indessen vermuten, daß Pfeil die Eigentümlichkeiten des Standorts und deren rätselhafte Wirkungen immerhin geschildert und beachtenswerte Belege für die Richtigkeit seiner Ansicht beigebracht hat.

Die „Deutsche Holzzucht" (Berlin, 1860) ist nach der Versicherung dieses Schriftstellers „das Facit seines ganzen, der Forstwirtschaft gewidmeten Lebens"; dieses Buch kann „als Extrakt der ganzen kleinen forstwissenschaftlichen Bibliothek gelten, welche er im Laufe von 50 Jahren an die Oeffentlichkeit geschickt hat". Hier müssen wir die überzeugenden Belege für die wechselvollen Beziehungen der Waldbäume zur Oertlichkeit in überwältigender Fülle finden.

Pfeil bespricht den Sandboden, den Lehmboden, den Thonboden, den Kalk- und Kreideboden, den Gipsboden und den eigentlichen Humusboden. „Wenn der Sandboden humusreich ist und ihm nicht die erforderliche Feuchtigkeit fehlt, wachsen zwar alle unsere deutschen Holzarten in ihm, doch sind von Natur mehr die genügsamen Bäume, wie Kiefer, Aspe, Birke, auf ihn angewiesen. Von den mehr Bodenkraft in Anspruch nehmenden Laubhölzern scheint ihn vorzugsweise die Eiche zu lieben. Die Ausschlagfähigkeit aller Hölzer ist auf Sandboden gering, weshalb er sich auch nicht für den Niederwaldbetrieb eignet. Dies ändert sich aber alles nach dem Mischungsverhältnis seiner Bestandteile. Man findet im Sandboden ebensogut noch die schönsten Eichen- und sehr gute Buchenbestände, als auch nur noch verkrüppelte Kiefernsträucher, die längsten Mastbäume, wie verkrüppeltes Strauchholz. Wenn der Untergrund durch ausgewaschenen Scheuersand, Ortstein, reinen Kies oder flachliegendes festes Gestein gebildet wird, so kann man höchstens Kiefernbestände von geringem Wuchse, bei ganz gleicher Beschaffenheit der Oberfläche, darauf ziehen."

Bezüglich des Sandbodens wird uns sonach das wunderbare Geheimnis enthüllt, daß die Waldbäume in trockenem Boden, auf Kies ꝛc. schlechter wachsen, als in einem humusreichen Boden, „dem nicht die erforderliche Feuchtigkeit mangelt". Aber dieses Verhalten scheint mir keineswegs eine besondere Eigentümlichkeit des Sandbodens zu sein; auf trockenen und humusarmen Kalk-, Lehm-, Thonböden ꝛc. wachsen die Holzarten gleichfalls nicht besonders freudig, während den frischen, tiefgründigen Lehmboden die Eiche nicht weniger liebt, wie den Sandboden. Auch kommt es nicht auf das Mischungsverhältnis des Sandbodens an. Wenn der Quarzsand, der im trockenen Zustande flüchtig wird, die nötige Feuchtigkeit durch Grundwasser erhält, wie z. B. im hessischen Rheinthal, bei Karlsruhe ꝛc., so lieben denselben die Buchen, überhaupt alle Holzarten ebenso, wie die Eichen. Wenn der Sandboden im Spessart frisch erhalten wird, so wachsen auf demselben die prächtigsten Buchenbestände; wenn dieser Boden trocken

wird, so wird die Eiche ebenso krüppelhaft wie die Buche. Auf Sand haben auch, wie beispielsweise im Odenwald, alle Laubhölzer eine vortreffliche Ausschlagfähigkeit.

„Wenn der Lehmboden nicht zu humusarm ist und den erforderlichen Feuchtigkeisgrad hat," so versichert Pfeil weiter, „wachsen ziemlich alle unsere nutzbaren Forsthölzer am besten darin, erreichen in ihm die größte Vollkommenheit und geben die größte Holzmasse." „Der Thonboden kann, wenn er nicht zu bindend und humusreich ist, zwar als sehr kräftiger Boden bezeichnet werden, hat aber doch auch wieder sehr nachteilige Eigenschaften. Diese steigern sich mit dem größeren Thongehalte bis zur gänzlichen Unfruchtbarkeit des reinen Thonbodens, wie er von Töpfern zur Fertigung der steinernen Thonwaren benutzt wird." „Die Kalkerde erzeugt einen ätzenden Boden, der sich nicht für den Hochwald eignet." Eine Seite später heißt es: „Der Kalkboden ist im allgemeinen wohl der beste Buchen-, Eschen- und Ahornboden und auf ihm findet man die höchsten Erträge, die der Buchenwald überhaupt geben kann." „Der bessere Gipsboden erzeugt noch Buchen von mittelmäßigem Wuchse, der ärmere paßt besser für den Niederwald, als zur Erziehung von Baumholz". Der Humusboden, den Pfeil meint, findet sich „vorzüglich in Sumpfgegenden" und ist „unvorteilhaft für die Erziehung der meisten Holzarten." Der Holzwuchs soll weder auf Sand-, noch auf Kalkboden bis in das höhere Alter aushalten, sondern nur auf Thon- und Lehmboden, wenn auch der Gang des Zuwachses auf Sand- und Kalkboden in der ersten Zeit ein lebhafter sei.

Das sind, sorgsam excerpiert, die allgemeinen Belege Pfeils für die mysteriösen Beziehungen zwischen Oertlichkeit und Holzwuchs. Sie besagen lediglich, daß der Waldboden, wenn er flachgründig, trocken und nicht genügend durchlüftet ist, einen minder freudigen Holzwuchs erzeugt als dann, wenn er frisch, locker und tiefgründig ist. Auch die Angaben über die Bodenansprüche der Holzarten im speciellen enthalten lediglich flüchtige Beobachtungen, die ebenso beweislos und ebenso leicht zu erklären sind, wie die allgemeinen Bemerkungen. Auffallend ist nur die Behauptung, daß die Eiche selbst auf dem besten Kalkboden nicht aushalte und hier nur in Vermischung mit anderen Hölzern mit Vorteil zu erziehen sei*).

Die weiteren Mitteilungen, die ich in der Forstlitteratur finde, variieren zwar beständig das Thema „alles zu seiner Zeit und am rechten Ort"; aber nirgends finde ich Beziehungen zwischen Oertlichkeit und Holzwuchs erwähnt, deren Ursachen im mindesten

---

*) Die Vorschriften Pfeils für die Verjüngung, welche diese örtlichen Eigentümlichkeiten kaum beachten, werden wir später kennen lernen.

rätselhaft sind. (Vorgänge pathologischer Natur gehören nicht hierher.) Man darf mit gutem Gewissen die so überaus ungenügend begründete Behauptung, daß die Waldbauverfahren nach wechselvollen und unerforschbaren Eigentümlichkeiten der Oertlichkeit mittels subjektiven Dafürhaltens zu regeln seien, als eine verderbliche Irrlehre bezeichnen.

II.

Der Wasserstrom von den Wurzeln zu den Blättern der Waldbäume und die Speisung desselben.

Als Triebkraft des Pflanzenwuchses hat, wie wir in der Einleitung dieses Abschnittes erkannt haben, die Wasserströmung, die durch Verdunstung hervorgerufen und wahrscheinlich durch Gasdruck vermittelt wird, die allerhöchste Bedeutung. Es ist, wie wir in der nächsten Abteilung dieses Abschnitts nachweisen werden, möglich, daß auch der Kohlensäurestrom aus dem Waldboden in die Waldluft ein mächtiger Hebel des Holzwachstums ist. Aber wir werden gleichzeitig erkennen, daß ein ganz bestimmter Feuchtigkeitsgehalt für die Entwicklung der Kohlensäure im Boden und für den Transport derselben an die Erdoberfläche nicht entbehrt werden kann — die Kohlensäureentwicklung, die Thätigkeit der Spaltpilze hört auf, sobald die Trockenheit des Bodens einen gewissen Grad erreicht hat.

Im Innern der Holzpflanzen ist dieser Wasserstrom Motor aller Bewegungen. Derselbe steigt mit erstaunlicher Geschwindigkeit im Splintholz — und zwar weniger im dichten Herbstholz als im großzelligen Frühjahrsholz — empor, indem sich das Imbibitionswasser der Holzzellwände bewegt. Je ausgiebiger die Verdunstung und je mächtiger die Strömung ist, desto mehr wird die Holzbildung befördert.

1) Die Bodenbeschaffenheit in ihrem Verhalten zur Aufnahme, Bewahrung und Abgabe des Wassers.

Wie verhält sich der Kalk-, Lehm-, Thon-, Sand-, Mergelboden ꝛc. im gelockerten und ungelockerten, bewachsenen und un-

bewachsenen Zustande zur Aufsaugung, Bewahrung und Abgabe des Wassers? Darüber wissen wir leider sehr wenig. Die Ermittelung der Wassermenge, welche in einem gesättigten Boden bei einer starken, aber gleichmäßigen Verdunstung verbleibt, d. h. die Feststellung der „kleinsten Wasserkapazität", ist bisher von den Lehrern der forstlichen Bodenkunde nicht ernstlich in Angriff genommen worden. Auch aus den Untersuchungen der Agrikulturchemiker wissen wir lediglich, daß die Bodenzerkleinerung die wasserhaltende Kraft sehr wesentlich erhöht*).

Gleich dürftige Ergebnisse hat die Erforschung der kapillaren Wasserleitung im Boden hervorgebracht. Wir wissen nur aus den Untersuchungen von Meister, daß hinsichtlich dieser Fähigkeit die Thonböden obenan stehen, daß hierauf die humosen Erden und die Sandböden folgen und die Gips- und Kreideböden auf der niedrigsten Stufe stehen. Man sieht jedoch auch ohne den experimentellen Nachweis auf den ersten Blick, daß die wichtigste Maßnahme des Forstwirts, die oberflächliche Lockerung eines gut leitenden Bodens nur günstig auf die Erhaltung des Wasservorrats wirken kann. Durch die obere lockere Bodenschicht dringt das gefallene Regenwasser vermöge seiner Schwere (ohne kapillare Leitung) bis zu den tieferen Schichten, in welchen kapillare Leitung stattfindet. Bei der Austrocknung kann dagegen das Wasser von unten nach oben nur durch kapillare Leitung gelangen. Diese kapillare Leitung ist in den oberen Bodenschichten durch die ober-

---

*) Adolph Meyer ermittelte die kleinste Wasserkapazität für verschiedene Korngrößen des Quarzes. Er fand für die folgenden Korngrößen die beigesetzten Volumprozente:

0,9—27 mm = 7,0%
0,3—0,9 „ = 13,7%
unter 0,3 „ = 44,6%.

Ferner für eine Korngröße von 0,3 bis 0,9 mm:

Kalkspath 11,7%
Quarz 13,7%
Thonstein 24,5%
Holz 45,6%

und für eine Korngröße unter 0,3 mm:

Thonstein 40,9%
Quarz . . . . 44,6%.

flächliche Lockerung vermindert und gestört worden. Wenn auch die oberen Bodenschichten selbst ihr Wasser durch Verdunstung verlieren und austrocknen, so werden doch die für die Waldbäume wichtigsten Bodenschichten des Wurzelraums feucht bleiben, weil sehr wenig Wasser an die verdunstende Oberfläche gelangen kann. Neßler und Wagner haben nachgewiesen, daß eine lockere Erdschicht von nur 1 cm Dicke die Verdunstung der darunter liegenden festen Erdschicht sehr wesentlich hemmt. Die günstigen Wirkungen der Bodenlockerung beruhen somit nicht allein auf der (später zu erörternden) Ansammlung der Kohlensäure, sondern auch in der Erhaltung des Wassers.

Man kennt endlich die Ursachen, welche den Pflanzenwuchs auf undurchlassenden Böden benachteiligen (wenn auch die merkwürdige Eigenschaft des Thonbodens, eingeschlossene Wasserteilchen mit besonderer Zähigkeit festzuhalten, noch ungenügend aufgeklärt worden ist). In einem undurchlassenden Boden mangelt der Sauerstoff in der Umgebung der Wurzeln, es bilden sich saure Humussubstanzen, die Nährstofflösung wird zu stark verdünnt u. s. w.*).

Für die forstliche Praxis läßt sich aus diesen Ergebnissen nur schließen, daß vor allem die Lockerheit des Bodens an der Oberfläche zu befördern, die Undurchlässigkeit möglichst zu entfernen und die Tiefgründigkeit möglichst zu erhöhen ist.

2) Die Verdunstungsfähigkeit der Holzgattungen. Ich habe schon oben die wunderbare Organisation der Spaltöffnungen ꝛc. besprochen und dabei vermutet, daß die verschiedenen Ansprüche der Holzarten an den Boden vor allem durch die abweichende Wasserverdunstung derselben ihre Erklärung finden werden. Aber es ist ungemein schwer, die Verdunstungsgröße der Waldbäume vergleichend zu messen. Ich will die mir bekannt gewordenen Untersuchungen hier mitteilen, obgleich dieselben eine besondere Tragweite nicht haben und fast lediglich die Vermutung begründen, daß die Laubhölzer größere Wassermengen transpirieren, als die Nadelhölzer.

---

*) In diesem Boden werden wahrscheinlich die Bakterien (siehe unten ad III) kein Arbeitsfeld finden.

Schübler und Klauprecht haben die Blätter vom Baume getrennt und dann beobachtet, welche Wassermengen gleiche Gewichtsteile in 24 Stunden verdampfen. Allein diese Blätter waren selbstverständlich nicht mehr im normalen Zustande. Außerdem würde man zuvor die Blattgewichte per Hektar für die einzelnen Holzgattungen und Altersstufen der geschlossenen Bestände genau zu bestimmen haben.

Theodor Hartig, dieser verdienstvolle Forscher, nahm Stangenhölzer mit möglichster Schonung der Wurzeln aus dem Boden und setzte sie in mit Wasser gefüllte Gefäße, aus denen eine freie Wasserverdunstung möglichst verhindert worden war. Aus der Gewichtsverminderung der Wassergefäße berechnete Hartig hierauf die Verdunstung per Quadratmeter Blattfläche nach Grammen (in 24 Stunden) und fand folgende Reihenfolge:

Fichte	106	Gramm per Quadratmeter
Eiche	136	" "
Rotbuche	138	" " "
Aspe	155	" " "
Lärche	206	" " "
Birke	217	" " "
Kiefer	255	" " "
Hainbuche	290	" " "
Erle	1250	" " "

Allein es ist immerhin zu fragen, ob die Wurzelthätigkeit in diesen luftdicht geschlossenen und mit Wasser geteilten Gefäßen normal geblieben ist. Auch ist offenbar die Blattfläche per Baum oder per Hektar bei den Gattungen verschieden.

Hartig entfernte später den wasserdichten Verschluß, indem er in die Glasgefäße gleiche Wassermengen eingoß und gleiche Verdunstungsverhältnisse für das von der Luft berührte Wasser herstellte. Er setzte fünfjährige Pflanzen ein und fand per Quadratmeter Blattfläche in 24 Stunden folgende Verdunstungs-Reihenfolge:

Eiche	256	Gramm per Quadratmeter Blattfläche
Kiefer	380	" " " "
Fichte	384	" " " "
Buche durchschnittlich	399	" " " "

Da jedoch die Blattmenge der 20jährigen Pflanzen viel größer ist, als die Blattmenge der 5jährigen Pflanze, so berechnete Hartig, daß die Energie der Verdunstung bei der 5jährigen Pflanze größer ist, als die Energie bei der Verdunstung der 20jährigen Pflanze,

bei der Eiche	1,9 mal
" " Kiefer	1,5 "
" " Fichte	3,6 "
" " Buche im Durchschnitt	3,2 "

Die weitere Schlußfolgerung, daß die Verdunstungsthätigkeit alter Bäume, der Belaubung junger Pflanzen gegenüber, auf $1/3$ sich ermäßigt, erscheint mir nicht hinlänglich bewiesen.

Ebensowenig lassen sich aus den späteren Versuchen desselben Forschers über die Verdunstungsgröße der dreiknospigen Zweige sichere Schlüsse ziehen; Th. Hartig bittet selbst, diese Berechnungen nur als Erläuterung des Ideenganges zu betrachten.

Auch die Untersuchungen von Pfaff, Risler u. a. geben uns keine benutzbaren Anhaltspunkte für die Vergleichung der Verdunstungsgröße der Waldbäume.

Relativ die sichersten Beweise für die Behauptung, daß die Holzgattungen ein überaus verschiedenes Verhalten in der Wasserverdunstung zeigen, geben die Untersuchungen von Franz von Höhnel. Allerdings beziehen sich dieselben nicht nur auf sehr junge Holzpflanzen, sondern auch auf die Verdunstungsgröße gleicher Blattgewichte (lufttrocken) und man müßte die in den Sommermonaten verschiedenen Blattgewichte per Hektar für alle untersuchten Holzarten zuvor genau ermitteln. Allein die Resultate sind in den drei Versuchsjahren (1878, 1879 und 1880) so übereinstimmend, daß die sehr verschiedene Transpirationsfähigkeit der Holzgewächse kaum noch bezweifelt werden kann. Es beträgt nämlich die Transpiration per 100 Gramm Blattlufttrockengewicht.

	1878.	1879.	1880.
der immergrünen Koniferen . . .	3,7	12,9	11,3
der sommergrünen Hölzer . . .	41,2	77,6	82,5

Im Mittel betrug die Transpiration dieser 5—6jährigen Holzgewächse für 100 g lufttrockene Blätter in den drei Jahren 1878, 1879, 1880

Esche	89,6 kg
Birke	81,4 „
Rotbuche	74,9 „
Hainbuche	72,8 „
Ulme	66,2 „
Bergahorn	58,6 „
Stieleiche	54,6 „
Spitzahorn	53,1 „
Zerreiche	45,3 „
Fichte	13,5 „
Kiefer	9,4 „
Tanne	7,2 „
Schwarzkiefer	6,7 „

Diese Zahlen sind jedoch nicht direkt benutzbar. Man muß offenbar noch untersuchen, wie groß die Gewichtsmenge ist, welche die genannten Holzarten in geschlossenen Beständen besitzen. Dabei wird die Vergleichung des Grüngewichts sicherere Anhaltspunkte liefern. Da beispielsweise die Gewichtsmenge der Belaubung, die in einem geschlossenen Birkenbestand gefunden wird, kleiner sein wird, als in einem geschlossenen Buchenbestand, so wird sich der Wasserverbrauch geschlossener Bestände wesentlich verschieden von der obigen Rangordnung gestalten. Auch entspricht dieselbe nicht der Beobachtung im Walde, z. B. hinsichtlich der Stieleiche im Vergleich mit der Rotbuche.

Immerhin ist mit völliger Sicherheit zu behaupten, daß der Wasserver-

brauch der Rotbuche weitaus größer ist, als der Wasserverbrauch der Fichte und Kiefer. Ernst Ebermayer hat in allen Gegenden Bayerns den Anfall an lufttrockener Streu per Jahr und Hektar ermittelt. Leider sind hierbei die Junghölzer, die Höhnel untersuchte, nicht vergleichungsfähig. Für die zunächst folgende Altersklasse, die 30—60jährigen Mittelhölzer (bei der Kiefer 25—50jährig) ergab die Untersuchung den folgenden Blatt- und Nadelabwurf:

Rotbuche	4182 kg	per	Hektar	und	Jahr
Fichte	3964 „	„	„	„	„
Kiefer	3397 „	„	„	„	„

Durch Multiplikation der Höhnelschen Verdunstungsmenge per Kilogramm ergibt sich als jährliche Wasserverdunstung per Hektar:

Rotbuche	3,13	Millionen	Kilogramm
Fichte	0,54	„	„
Kiefer	0,32	„	„

Der Buchenwald verdunstet, wenn die Verdunstung in den Mittelhölzern nicht sehr beträchtlich von der Verdunstung der Junghölzer abweicht und die Ebermayerschen Untersuchungen das Mittel aller Verhältnisse annähernd genau getroffen haben, über 30000 hl Wasser per Jahr*), der Kiefernwald dagegen nur etwas über 3000 hl.

Für die Bestimmung der Wasserverdunstung kann man indessen auch noch einen anderen Maßstab benutzen. Wir haben in der Einleitung gesehen, daß der gewaltige Wasserstrom, welcher die Waldbäume durchzieht, die Mineralstoffe in denselben zurückläßt. Wenn man auch die Verhältnisse der Mineralstoffaufnahme nicht genau kennt, so ist doch sicher, daß um so mehr Mineralstoffe der Lösung im Boden und den Bodenteilen entzogen werden, je stärker der Wasserstrom die Diffusion belebt. Die Menge der Mineralstoffe, die im Holz und den Blättern jährlich verbleibt, ist somit ein ziemlich sicherer Maßstab für die Wasserverdunstung. Wir kennen diese Aschenbestandteile, was das Gewicht per Hektar und Jahr betrifft, aus den Ebermayerschen Untersuchungen nur für die Rotbuche, die Fichte und Kiefer. Diese jährliche Ablagerung (Gesamtreinasche) beträgt per Hektar in geschlossenen Beständen:

	Holz	Rinde	Zus.
Buchenhochwald	30	185	215
Fichtenhochwald	22	136	158
Kiefernhochwald	17	46	63

Jedenfalls ist sicher, daß die Laubhölzer eine viel größere Wassermasse jährlich verdampfen, wie die Nadelhölzer. Im übrigen ist unser Wissen über die Verdunstungsgröße der einzelnen Holzarten völlig unzureichend**).

---

*) Höhnel berechnet den Wasserverbrauch eines 115jährigen Buchenwaldes auf Grund anderer Ziffern zu 40000 hl per Hektar und Jahr.

**) Nachdem die vorstehenden Zeilen niedergeschrieben waren, kam mir das neueste Heft der Supplemente zur allgemeinen Forst- und Jagdzeitung zu und ich fand zu meiner Freude, daß Ernst Ebermayer, dieser hochverdiente Forscher

3) Der dichte und der geräumige Stand der Waldbäume nach dem Verhalten zur Wasserverdunstung*).

Es ist selbstverständlich, daß ein im freien Stande erwachsener dicht- und vollbekronter Waldbaum eine größere Wassermasse verdampfen wird, als ein gleich alter Stamm mit dünner, lockerer Krone, der im dichten Schluß erwachsen ist. Allein es ist hier eine eigenartige Erscheinung zu beachten. Die Blätter und Nadeln schützen sich selbst gegen die Wasserverdampfung, wenn das Licht intensiv auffällt, indem sie sich vertikal aufrichten. Die Verdunstungsmenge steht deshalb bei den im Kronenschluß stehenden und bei den freiständigen Waldbäumen keineswegs im direkten Verhältnis zur Blattmenge oder Blattoberfläche.

Hierzu tritt ein gewichtiger Umstand. Das Regenwasser gelangt in den dicht geschlossenen Holzbeständen nur mit einem Teil der auffallenden Masse zum Boden und auch der aufgelagerte Schnee wird in der warmen Luft teilweise verdunstet werden und nicht zum Boden gelangen. Durch die Krone der Bäume werden in einem normal geschlossenen Walde, wie Ernst Ebermayer ermittelt hat, 26 % der wäßrigen Niederschläge aufgefangen und zurückgehalten.

Die Frage, ob ein gelichteter und mit Bodenschutzholz von Buchen und Hainbuchen versehener Bestand, dessen Stellung wir im sechsten Abschnitt kennen lernen werden, den Boden mehr austrocknet, als ein geschlossener Hochwaldbestand, ist bis jetzt nicht untersucht worden. Aber es ist wahrscheinlich, daß die gelichteten

---

auf dem Gebiete der forstlichen Bodenkunde, gleichfalls auf den zuletzt erwähnten Weg der Untersuchung hingewiesen hat. Ebermayer betont ferner die Untersuchung des Wassergehalts, welchen die Blätter der verschiedenen Holzarten im grünen Zustand haben. Indessen wird diese Untersuchung schwierig sein, weil der Wassergehalt voraussichtlich an den sonnenhellen Tagen stündlich sehr beträchtlich wechseln wird. Auch wird man möglicherweise in den Nadelhölzern infolge des eigenartigen Spaltöffnungsapparats eine viel größere Wassermenge und einen stärker angespannten Wasserdampf im Verdunstungsraume finden, als bei den Laubhölzern. Es wird deshalb ein Rückschluß auf die verbrauchte Wassermenge mißlich sein.

*) Ich werde die erstaunlichen Wachstumsleistungen der Waldbäume, wenn der Kronenraum nur für kurze Zeit geöffnet wird, im sechsten Abschnitt näher nachweisen. Für die Fortbildung des Waldbaues ist nach meiner Ueberzeugung die Ermittelung des Wasserverbrauchs der Bestandsformen von der allerhöchsten Wichtigkeit.

Bestände einen geringeren Wasserverbrauch haben, als im dichten Kronenschlusse wachsende Holzbestände.

Höhnel berechnete die Verdunstung einer 116jährigen Rotbuche auf 8968 kg per Jahr. Auf einem Standort (Baurs zweite Buchenklasse), auf welchem im 115. Jahre 580 Buchen stehen, ergibt sich eine Verdunstung von 52 000 hl per Hektar und Jahr. Auf dem gleichen Standort bedarf, wie ich nachgewiesen habe, der Lichtungsbetrieb nur 122 Rotbuchen vor der Nutzung im 115jährigen Alter. Bei gleicher Verdunstungsgröße würden dieselben um 10 900 hl Wasser verbrauchen, somit nicht den fünften Teil des geschlossenen Bestands. Aber auch Bäume gleicher Stärke verbrauchen im Lichtungsbetriebe per Hektar viel weniger Wasser, als im geschlossenen Bestand. Im ersteren erreichen die Rotbuchen kurz nach dem 70. Jahre die Grundstärke des geschlossenen Hochwalds (30,7 cm in Brusthöhe) und es finden 265 Stämme per Hektar freien Wachsraum bis zum 70. Jahr. Für diese Stammzahl berechnet sich eine Verdunstung von 24 000 Hektoliter per Hektar und Jahr.

Beachtet man die größere Niederschlagmenge, die nach den oben erwähnten Ebermayerschen Untersuchungen 18 — 20 000 hl pro Jahr und Hektar betragen wird und beachtet man ferner die verschiedene Stellung der Blätter zum Licht, so kann man sicherlich vorläufig nicht behaupten, daß der Lichtungsbetrieb bei sonst gleichem Bodenschutz den Waldboden austrocknet. Gründliche Untersuchungen in dieser Richtung sind meines Erachtens die wichtigste Aufgabe der naturgesetzlichen Forschung auf dem Gebiete des Waldbaues.

4) Die Wirkung des Gras- und Unkrautwuchses auf die Wasserverdunstung im Boden. Aus den vorliegenden, gleichfalls noch unvollkommenen Untersuchungen, die ich nachstehend mitteile, geht hervor, daß der mit einer vegetierenden Pflanzendecke bewachsene Boden nicht nur das Eindringen des Wassers verringert, sondern auch das im Boden vorhandene Wasser rascher verdunstet, als selbst die nackte, unbeschattete Bodenoberfläche. Der Waldbau hat vor allem die Bedeckung des Waldbodens mit Gras und andern krautartigen Gewächsen zu verhüten und die oberste Bodenschichte so viel als irgend möglich locker zu erhalten. Eine ganz kahle Kulturfläche wird wasserreicher sein, als eine mit Forstunkräutern, mit Gras und Heide bewachsene Fläche und eine gelockerte Kulturfläche, wird feuchter bleiben, als ein fester Boden. Aber stets wird man die wirksamsten Bedingungen für das Gedeihen der Holzpflanzen unter einer dichten Schicht von leblosen Blättern und Nadeln — zumal im lockeren Boden — finden.

Schon im vorigen Jahrhundert hat Schübler Beobachtungen über die Verdunstung des durchnäßten Bodens, dann des Grases im Vergleich mit einer Wasserfläche angestellt. Das Gras verdunstete vom 28. Juli bis 7. August zwei- bis dreimal so viel als eine gleich große Wasserfläche. Der durchnäßte Boden verdunstete, sobald er oberflächlich abgetrocknet war, im Frühling und Sommer nur $^1/_3$, im Herbst nur $^1/_5$ von dem Wasser, welche eine gleich große Wasserfläche verdunstete.

Risler hat ermittelt, daß ein Quadratcentimeter Blattoberfläche in einer Stunde verdunstet:

Luzerne	0,46	g Wasser
Rasen	0,21	„ „
Weinstock	0,12	„ „
Eichen	0,06	„ „
Tannen	0,05	„ „

Der bestockte Wald verdunstet viel mehr, als ein nackter Boden, aber viel weniger, als ein mit Luzerne, Klee, Wiesengras bewachsener Boden. Je dichter die Saaten stehen, desto mehr Wasser wird verdunstet.

E. Wollny hat gleichfalls gefunden, daß der Wassergehalt der mit einer Vegetationsdecke von Klee, Gras 2c. überzogenen Ackererde bei allen Bodenarten stets während der Vegetationsperiode niedriger ist, als der Wassergehalt des unbewachsenen Bodens. Dagegen ist wieder ein mit Dünger, Steinen 2c. bedeckter Boden am feuchtesten, weniger feucht ist der unbeschattete Boden, am trockensten ist der mit einer Pflanzendecke überzogene Boden. Je dichter die Pflanzen stehen, desto mehr wird der Boden an Wasser erschöpft, wenn auch diese Schöpfung nicht proportional der Dichte des Pflanzenstandes ist.

Dieselbe Erscheinung hat Riegler konstatiert. Unter sonst gleichen Verhältnissen wurden Gartenbeete von je 1 qm Größe unbedeckt gelassen, mit Fichten-, Tannen- und Buchenstreu (4 cm hoch) bedeckt und mit einer Grasnarbe überzogen. Als Mittel der Bestimmung an der Oberfläche, in 10, 30 und 50 cm Tiefe wurde folgender Wassergehalt gefunden:

unbedeckter Boden	17,07 %
Fichtenstreu	22,37 „
Tannenstreu	22,80 „
Buchenstreu	21,82 „
Grasnarbe	16,30 „

Die Regenmenge war sehr groß. Es wurde ermittelt, daß sich der Feuchtigkeitsausgleich im Boden konsequent und rasch vollzieht. (Sonach sind große Versuchsreihen erforderlich. Auch beim Kulturbetrieb wird die Lockerung kleiner Saat- und Pflanzlöcher geringe Wirkung haben.)

Endlich sind die Untersuchungen von besonderer Wichtigkeit, welche über das Eindringen des Regen- und Schneewassers in den Boden angestellt worden sind.

Die umfangreichsten Forschungen hat Ernst Ebermayer (1873) vorgenommen. Hiernach hat der mit toten Blättern und Nadeln und einer leichten Moosdecke bedeckte Boden, wenn man die im ganzen Jahre in 1 und 2 Fuß

Tiefe durchgesickerte Wassermenge vergleicht, das günstigste Verhalten. Aber in den nackten Boden im Freien sickerte, da diesem das im Holzbestande in den Baumkronen hängen gebliebene und hier verdunstete Wasser (26%) zu gut kam, eine ähnliche Wassermenge ein, als im Walde (obgleich das zum Boden gelangende Wasser auf dem freien Felde stärker verdunstet, als im Walde). Am ungünstigsten verhielt sich der nackte Waldboden unter geschlossenen Holzbeständen.

Besondere Beachtung verdient jedoch die Erscheinung, daß während der Vegetationsperiode (April bis September incl.) in den streubedeckten Boden nahezu noch einmal so viel Wasser eingedrungen war, als in den unbewaldeten Boden, während der streufreie Boden etwa in der Mitte steht. Allein die künstlichen Apparate (Lysimeter) können keine Resultate liefern, welche den natürlichen Verhältnissen entsprechen, und deshalb bespreche ich die von anderen vorgenommenen Untersuchungen nicht näher. Indessen konstatieren dieselben übereinstimmend, daß die geringste Wassermenge durch einen mit Gras, überhaupt einer vegetierenden Pflanzendecke bewachsenen Boden hindurch sickert, viel weniger als auf einem nackten Boden im Freien.

III.

Der Kohlensäuregehalt des Waldbodens und der Waldluft und die Einwirkung desselben auf den Holzwuchs*).

Die Erörterung dieser Beziehungen gehört, so kann man denken, nicht in eine Darstellung der Maßnahmen der deutschen Waldwirtschaft. In der That ist dieses Gebiet der Forschung bisher nur sehr ungenügend angebaut worden, fast niemals zur Ergründung der Wachstumsgesetze der Waldbäume, sondern vorzugsweise für hygieinische Zwecke. Allein die vornehmste Obliegenheit des Forstmanns ist die Erhaltung und die Pflege der Bodenthätigkeit. Die geheimnisvollen Naturkräfte, die den Wald aufbauen, müssen durch die forstlichen Verfahrungsarten zur vollen und zwar nachhaltig vollen Entfaltung ihrer Leistungskraft befähigt werden. Eine zuverlässige und täuschungsfreie Grundlage können die Maßnahmen der forstlichen Praxis bei der Saat und Pflanzung, bei der Erziehung und Verjüngung der Waldbestände nur dann gewinnen, wenn die Vorgänge im Waldboden und der Waldluft, welche diese verschiedenen Verfahrungsarten begleiten, auf ihre naturgesetzlichen Ursachen zurückgeführt werden. Ich habe oben

*) Die mir nach dem Druck der nachstehenden Ausführungen zugänglich gewordenen neueren Untersuchungsergebnisse werde ich am Schlusse dieses Buchs als Zusatz nachtragen.

gesagt, daß sich die Pfeil'sche Irrlehre von den geheimnisvollen Beziehungen zwischen Oertlichkeit und Holzwuchs wie ein schwarzer Faden durch die Entwicklungsgeschichte des deutschen Waldbaues hindurchzieht. Ohne die klare Erkenntnis der Bodenkräfte, die das Wachstum der Holzbestände regeln, würde die Lösung der volkswirtschaftlichen Aufgabe des Waldbaues stets unsicher und mißlich sein; die Forstwirte würden nicht frei von Bedenken hinsichtlich der nachhaltigen Ertragsleistung der wählbaren Bestockungsformen bleiben und denselben vielleicht eine unverdiente Bedeutung beimessen. Wir können die Nahrungsquellen der Waldbäume kaum gründlich genug untersuchen.

1) Der Kohlensäurestrom aus der Grundluft und seine Bedeutung für die Waldvegetation im allgemeinen.

Die Strahlen des Sonnenlichtes befähigen, wie wir in der Einleitung dieses Abschnitts gesehen haben, die chlorophyllhaltigen Zellen, die organischen Verbindungen, aus denen sich der Holzkörper aufbaut, zu bilden (unter Mitwirkung des Wassers und weniger Bodensalze). Außer der Wasseraufnahme ist die Absorption der Kohlensäure der wichtigste Faktor des Baumlebens.

Der jährliche Kohlensäureverbrauch der geschlossenen Holzbestände beträgt nach den Untersuchungen Ernst Ebermayers, die sich auf Ertragsermittelungen in allen Teilen Bayerns stützen, durchschnittlich 5 660 cbm (11 150 kg) per Hektar. Es ist keinen Augenblick zweifelhaft, daß die gewaltige Luftmasse, welche diese Kohlensäure quantitativ enthält, selbst an den heißen Sommertagen, wo in den Wipfeln kaum ein Hauch zu spüren ist, vom Felde in den Wald einströmt, daß sie dem frohwüchsigsten und begehrlichsten Holzbestand die benötigte Kohlensäure zuführen kann. Zwar sind in 10 000 cbm Luft nur durchschnittlich 4—6 cbm Kohlensäure enthalten. Aber es strömt jede halbe Stunde durch das (etwa 5—7 m hohe) Kronendach der Holzbestände eine Luftmasse von ca. 600 000 cbm pro Hektar, selbst dann, wenn sich (bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,6 m in der Sekunde) kein Laubblatt bewegt*). An einem Sommertage wird somit mehr Kohlensäure

*) Die mittlere Luftgeschwindigkeit beträgt z. B. in München nahezu 3 m per Sekunde.

eingeführt, als der Wald während der ganzen Vegetationszeit des Jahres gebraucht.

Man kann nicht bezweifeln, daß die Waldproduktion ihre Anfänge finden und die Holzpflanze anwachsen kann, wenn der gewöhnliche Kohlensäuregehalt der Luft vorhanden ist, obgleich dieses sehr verdünnte Nährgas einen weiten und beschwerlichen Weg bis zu den tiefer liegenden chlorophyllhaltigen Zellen der dickeren Blätterorgane zurückzulegen hat. Man kann in reinem Brunnenwasser Buchen und Eichen erziehen und auf einem Mineralboden wachsen Kiefernbestände. Aber wir Forstwirte wissen ganz genau wie sie wachsen.

Die Frage liegt nahe, ob der Forstmann die Produktion der Holzbestände nicht beträchtlich zu steigern vermag, indem er Humus ansammelt und den Boden gegen Streuentzug und Lichtstellung schützt*).

Die Assimilationszellen der Pflanzen haben, wie ich schon in der Einleitung dieses Abschnitts angedeutet habe, in Bezug auf die Kohlensäureaneignung eine merkwürdige Begehrlichkeit. Sie nehmen die Kohlensäure, wo sie dieselbe finden, gierig auf; für die Verhältnisse, wie sie in der Pflanze herrschen, hat dieses Gas eine außerordentlich hohe Diffusionsgeschwindigkeit. Es ist a priori, abgesehen von den unten folgenden Beweisen, ganz undenkbar, daß die Assimilationszellen an den sonnenhellen Tagen stets gleiche Stärkemassen bilden, einerlei, ob 10 000 cbm Luft, die in dieselben einströmen, nur 4—6 cbm oder 40—60 cbm Kohlensäure haben**). Die Holzpflanze wird vegetieren und

---

*) Die Wirkungen des Humus auf die Lockerheit und den Feuchtigkeitsgehalt des Waldbodens sind nicht zu leugnen; aber sie stehen, wie wir sehen werden, nicht in erster Reihe. Liebig vermutet, daß der Humus im Ackerboden die Assimilation der Kohlensäure durch die Pflanzen vermehrt. Er sagt: „Von der in den Poren der Ackerkrume enthaltenen Kohlensäure tritt unausgesetzt ein Teil an die äußere Luft durch Diffusion, und man versteht, daß Pflanzen, die mit ihren Blättern den Boden wie mit einer dichten Decke beschatten und dadurch den Wechsel der kohlensäurereicheren Luftschicht unterhalb verlangsamen, in einer gegebenen Zeit mehr Kohlensäure vorfinden und durch ihre Blätter aufzunehmen vermögen, als solche, die für ihren Bedarf ausschließlich auf die atmosphärische Luft angewiesen sind."

**) Der Diffusionsstrom der Kohlensäure in der Pflanze ist so gewaltig,

ihr Leben fristen, wenn der Kohlensäurestrom aus dem Boden abgesperrt ist, aber sie wird in der kohlensäurereichen Waldluft (auch in der Luft über Garten- und guter Felderde) eine viel größere Masse produzieren und diese Massenproduktion wird im direkten Verhältnis zur Reichhaltigkeit des Kohlensäurestroms aus dem Boden stehen.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Atmosphäre ihren Kohlensäurebedarf in der Hauptsache aus der untergegangenen und verwesenden Pflanzenwelt bezieht. Man hat berechnet, daß alljährlich auf der Erde fast die Hälfte der in der Atmosphäre überhaupt vorhandenen Kohlensäure erzeugt wird und zwar durch den Atmungsprozeß mit 1%, durch den Verbrennungsprozeß mit 4% und durch den Verwesungsprozeß mit 95%.

Nun ist zu beachten, daß der jährliche Laub- und Nadelabfall per Hektar im Mittel 2440—2650 cbm Kohlensäuregas erzeugt (Ebermayer)*), während im Mittel 5660 cbm Kohlensäuregas für die Holz- und Laubproduktion gebraucht werden. Wird dieser gewaltige Kohlensäurestrom, der noch durch die Verwesung der Wurzeln, Zweige 2c. verstärkt wird und entweder direkt oder nachdem er vorübergehend im Boden aufbewahrt worden ist, in die Waldluft strömt, wirkungslos an den Baumkronen vorübergehen? Man darf sicherlich vermuten, daß dieser Kohlensäurestrom und dessen verringerte und verstärkte Reichhaltigkeit die primäre Ursache der Unterschiede in der Fruchtbarkeit des Waldbodens ist. Man darf vermuten, daß das Wasser als Triebkraft der Zellenthätigkeit, aber nicht minder durch die Zubereitung und den Transport der Kohlensäure sekundäre, wenn auch nicht

---

daß er sich nicht hemmen läßt. N. J. C. Müller schloß die Spaltöffnungen durch elektrische Reize; Wasserstoff und atmosphärische Luft wurden dadurch in ihrer relativen Geschwindigkeit abgeändert, aber die Kohlensäure ging fast immer durch die Zellen und Zellenmembrane mit der bedeutendsten Geschwindigkeit hindurch.

*) Wenn die Kohlensäure sämtlich in den Boden und zwar nur in den lockeren Wurzelbodenraum sinken würde, so würde man in 10000 cbm Bodenraum sicherlich eine sehr kohlensäurehaltige Luft finden.

minder wichtige Funktionen im Pflanzenleben zu erfüllen hat.

Die dürftigen Ergebnisse, welche die bisherige Forschung zu Tage gefördert hat, sind, wie wir gleich sehen werden, fast vollgültige Beweise für die Richtigkeit dieser Vermutung, obgleich pflanzenphysiologische und hauptsächlich hygieinische Zwecke bei diesen Untersuchungen maßgebend waren. Sie zeigen zunächst, daß die Stärkebildung im intensiven Lichte durch die Erhöhung des Kohlensäuregehalts der Luft in staunenswerter Weise gesteigert wird. Sie zeigen ferner, daß in der Tiefe des Bodens ein auf- und abwogendes Kohlensäurereservoir sorgsam behütet wird (und dabei ist der Waldboden nicht einmal untersucht worden) und daß die oberirdischen Luftschichten aus diesem Kohlensäurevorrat gespeist werden. Sie zeigen drittens, daß die Kohlensäureentwicklung aufhört, sobald der Wassergehalt unter ein gewisses Prozent sinkt. Sie zeigen endlich viertens, daß alle Bodeneigenschaften, welche die Produktionskraft des Waldbodens — die rätselhafte Bodenthätigkeit — erhöhen, auch günstig auf die Entwicklung, die Bewahrung und die Abgabe der Kohlensäure wirken.

Sennebier hat nachgewiesen, daß grüne Pfirsichzweige die Kohlensäure, die in dem durchströmenden Wasser dargeboten ist, nicht verschmähen, vielmehr doppelt so viel Sauerstoff ausscheiden, als wenn sie nur auf die atmosphärische Luft angewiesen sind. Im Tharander Laboratorium hat man die Pflanzenmasse (Hafer und Erbsen) verdreifacht, indem man durch Luftzufuhr die Entwicklung der Kohlensäure im Boden verstärkte und außerdem (in einem Versuch) Kohlensäure zuführte. Allerdings beschleunigt die Kohlensäure auch den Verwitterungsprozeß, führt die Nährstoffe in die Bodenlösung über ꝛc. (Bei dem Tharander Versuch haben sich die löslichen Mineralstoffe in der Ernte und dem Boden verdoppelt.)

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Assimilation der Kohlensäure im Kronenraum der Holzbestände nicht gleichmäßig an sämtlichen Tagen der Vegetationszeit, sondern stürmisch und sprungweise erfolgt. Diese Sturmperioden werden an sehr hellen und sehr warmen Tagen, wenn zugleich die Luft sehr trocken ist, eintreten. Die pflanzenphysiologischen Untersuchungen, namentlich von Godlewsky, haben den Beweis geliefert, daß in diffusem Lichte nur eine geringe Stärkebildung stattfindet — auch in einer kohlensäurereichen Luft. Dagegen wird die Stärkebildung ganz enorm (auf den sechs- bis achtfachen Betrag gesteigert, wenn die Blätter im intensiven Sonnenlicht und gleichzeitig in einer Luft, deren Kohlensäuregehalt bis zu etwa 8% gesteigert worden ist, funk-

tionieren. Die Sauerstoffabscheidung wird, wie Pfeffer ermittelt hat, durch bestimmte Wellenlängen des Lichts, die zwischen 0 000 3968 und 0 000 6866 mm liegen, bewirkt; das Maximum der Wirkung tritt bei einer Wellenlänge von 0 000 5889 mm ein. Im Dunkeln verschwindet sogar die früher gebildete Stärke, wenn man z. B. ein Staniolband um ein im Licht fortgesetzt wachsendes Blatt legt.

Die Pflanzenphysiologen haben ferner nachgewiesen, daß in einer Atmosphäre, in welcher keine Kohlensäure vorhanden ist, auch keine Stärke in den Chlorophyllkörpern am Licht erzeugt wird. Wenn die umgebende Luft keine Kohlensäure enthält, so verschwindet auch hier wieder die im Chlorophyll entstandene Stärke, sowohl im Finstern als auch bei intensivem Licht. Dagegen begünstigt die Zunahme des Kohlensäuregehalts bis zu einer gewissen Grenze, die bei den untersuchten Pflanzen zwischen 5 und 10 %₀ lag, die Sauerstoffabscheidung; über diese Grenze hinaus wirkt die genannte Zunahme aber mehr oder weniger schädlich. Jedoch ist die Begünstigung der Sauerstoffabscheidung durch eine Zunahme des Kohlensäuregehalts unterhalb des Optimums viel größer, als die Hemmung durch eine ähnliche Zunahme oberhalb des Optimums. Je stärker die Lichtintensität ist, desto mehr wird die Sauerstoffabscheidung durch die Zunahme des Kohlensäuregehalts bis zum Optimum begünstigt, und bei Ueberschreitung des Optimums um so weniger gehemmt.

Aus den neueren Untersuchungen Fodors geht zweifellos hervor, daß der Kohlensäuregehalt der Luft am Niveau des Bodens den Kohlensäuregehalt der höheren Luftschichten reguliert und bedingt; der erstere (1/2—1 cm über dem Bodenniveau) ist den größten Teil des Jahres hindurch beträchtlich stärker, als der Kohlensäuregehalt der Luft in einer Höhe von 2 1/2 m über dem Bodenniveau. Die Kohlensäure unmittelbar am Boden schwankt viel stärker, als in der höheren Luft; aber sowohl die Zunahme als die Abnahme am Boden wiederholt sich in den oberen Luftschichten. Es kann auch nicht bezweifelt werden, daß die Grundluft der am Bodenniveau stehenden Luft den Kohlensäuregehalt liefert, denn die Schwankungen stimmen zwischen der Bodenniveauluft und der Grundluft überein. Die ersteren folgen ganz regelmäßig den letzteren.

Es ist ferner nachgewiesen worden, daß der Kohlensäuregehalt der Grundluft stets viel größer ist, als der Kohlensäuregehalt oberhalb des Bodens und daß derselbe konstant mit der Tiefe steigt*). Aber über die Vorgänge bei dem Uebergang der Kohlen=

---

*) In Klausenburg wurde in 4 m Tiefe in 10 000 Teilen Luft 107,5 Teile

säure in die Luft sind wir bis jetzt nur ungenügend unterrichtet. Im allgemeinen wird die Grundluft dahin strömen, wo sie einem geringeren Drucke ausgesetzt ist. Wenn im Sommer auf heiße Tage kühle Witterung folgt, wenn im Herbste die kalte atmosphärische Luft in die Tiefe dringt, wenn in der Nacht die Luft über dem Boden sich abkühlt, so wird die einströmende atmosphärische Luft die Grundluft bewegen, die dahin strömt, wo der Druck am geringsten ist. Der aufsteigende Wasserstrom, den die abdunstende Erdoberfläche unterhält, wird gleichfalls den Transport dieses Gases vermitteln. Das stürmische, plötzliche Aufwärtsspringen der im Boden beständig auf- und abwogenden Kohlensäure über den Boden wird mit der Heftigkeit des Zersetzungsprozesses im Boden zusammenhängen und besonders dann erfolgen, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Boden und Luft groß wird. Forstlich wichtig ist, daß dieses Aufsteigen der Kohlensäure durch die Erwärmung und die Trockenheit des Bodens befördert, dagegen durch die Beschattung und die Erhaltung der Feuchtigkeit gehemmt wird. Im Herbst strömt aus dem warmen, trockenen Boden die Kohlensäure am stärksten aus, im Frühjahr aus dem kalten, feuchten Boden am wenigsten. Nach Regen nimmt die atmosphärische Kohlensäure, besonders im Sommer, zu; in dem sonst schon warmen Boden wird unter Einwirkung des Regens die Fäulnis heftig beginnen. Außerdem strömt die Grundluft, wie oben bemerkt, mit sinkendem Luftdrucke stärker an die Oberfläche.

Es kann nicht bezweifelt werden, daß der Boden hauptsächlich die Werkstätte ist, wo die Kohlensäure für die Atmosphäre zubereitet wird. Die übrigen Quellen haben in kaum beachtenswertem Maße Einfluß; sie können auch nicht die beträchtlichen Schwankungen im Kohlensäuregehalt der Bodenniveauluft erklären. Man hat früher geglaubt, daß die Pflanzen des Nachts Kohlensäure exhalieren, während sie des Tags dieselbe aufnehmen. Allein Corenwinder hat nachgewiesen, daß die Pflanzen nur an ihren jungen Trieben und hier nur sehr unbedeutend Kohlensäure ausströmen lassen. Man würde auch in dieser Weise

---

Kohlensäure gefunden. In Pest war das 3jährige Mittel in 10 000 Raumteilen Grundluft in den verschiedenen Versuchsflächen bei einer Tiefe von

1 m	2 m	3 m	4 m
4,8	6,6	—	28,7
13,7	14,3	20,1	—
18,1	28,4	—	36,5

weder die Schwankungen noch den starken Kohlensäuregehalt im Herbst erklären können.

Im Winter tritt nach Regen eine andauernde Verminderung ein; im Sommer folgt dieser Verminderung alsbald eine bedeutendere Vermehrung. Schnee und Nebel haben eine, wenn auch sehr geringe Einwirkung; während des Frostes wird der Kohlensäuregehalt vermehrt, während des Auftauens aber vermindert. Wenn sich in der warmen Jahreszeit der Luftdruck vermehrt, so sinkt der Kohlensäuregehalt in der Luft, dagegen erhöht sich der letztere, wenn der Luftdruck abnimmt. An windigen Tagen ist der Kohlensäuregehalt der Luft etwas geringer als an windstillen Tagen; am kohlensäurereichsten sind die Winde, welche aus südlichen Gegenden kommen.

Die wissenschaftliche Forschung durfte somit zur Begründung des Waldbaues immerhin feststellen, ob und wie weit der Kohlensäuregehalt des Bodens abhängig ist von dem Wassergehalt und der Humushaltigkeit des Bodens, der Tiefgründigkeit, Lockerheit, der Thon- und Kalkbeimischung desselben u. s. w. Die spärlichen Untersuchungen, deren Ergebnisse ich anführen werde, gestatten zwar nur Vermutungen, aber dieselben sind von so unverkennbarer Bedeutung für die Fortbildung des Waldbaues, daß ich sie nicht verschweigen darf.

2) Die Bodenfeuchtigkeit nach ihrer Einwirkung auf den Kohlensäuregehalt des Bodens und der Waldluft.

Bei einem Wassergehalt des Bodens von 2 % entwickelte sich, wie Fodor gefunden hat, während längerer Zeit kaum eine Spur von Kohlensäure. Stieg aber unter sonst gleichen Verhältnissen der Wassergehalt auf 4 %, so entwickelte sich die Kohlensäure heftig; sie betrug das 10—20fache der Produktion bei 2 %. Es scheint zu genügen, daß die Feuchtigkeit eines Bodens 4 % erreiche, auch daß die Zersetzung in ihm beinahe mit voller Intensität beginne, während anderseits der Boden nur 1—2 % von dieser Feuchtigkeit zu verlieren braucht, damit die Zersetzung mit allen ihren Nebenprodukten stillsteht*).

Ich brauche nicht zu betonen, wie überaus wichtig dieses Forschungsergebnis ist. Wenn die Forstwirte beobachtet haben,

*) Es ist zu vermuten, daß dieser Wassergehalt in Beziehung steht mit den Entwicklungsbedingungen der Bakterien ꝛc., welche die Verwesung im Boden einleiten, namentlich mit dem Encystierungsprozeß.

daß ein flüchtiger Quarzsand, der arm an Mineralstoffen ist, prächtige Holzbestände erzeugt, sobald das benötigte Wasser im Boden vorgefunden wird, so wird wahrscheinlich die Ursache neben dem stärkeren Wasserstrom in der Kohlensäureentwicklung des Bodens gefunden werden, die im trockenen Sand während der bedeutungsvollen Vegetationstage im Hochsommer vielleicht gleich Null ist.

Der feuchte Boden bereichert den Kohlensäuregehalt auch noch in anderer Weise. Wenn man Luft durch ausgekochtes Wasser leitet, so werden von der Kohlensäure derselben kaum bemerkbare Spuren zurückgehalten; aber als man mit demselben ausgekochten, destillierten Wasser den Boden befeuchtete, so wurden von 300 g Sand, welche mit 1 l Wasser begossen worden waren, 16 ccm Kohlensäure gebunden. Man hat beobachtet, daß regelmäßig nach Regentagen der Kohlensäuregehalt der Luft oberhalb des Bodens abnimmt; das Regenwasser kann die verschwundene Kohlensäure hiernach nicht absorbiert haben, sondern der feuchte Boden. Nach jedem ausgiebigen Regen wird der durchfeuchtete Boden der Atmosphäre große Mengen Kohlensäure entziehen *). Im Winterhalbjahr, wenn die Bodenluft leicht ist, wird diese absorbierte Kohlensäure in die Tiefe herabsteigen.

3) Die Humushaltigkeit nach ihrer Einwirkung auf den Kohlensäuregehalt des Waldbodens und der Waldluft.

Die Untersuchung hat in dieser Richtung sehr bemerkenswerte Ergebnisse geliefert. Fodor, Möller, Selger u. a. haben nachgewiesen, daß die Beimengung organischer Substanzen den Kohlensäuregehalt der Grundluft unzweifelhaft erhöht. Aber dieser Kohlensäuregehalt stand keineswegs im direkten Verhältnis zur Stärke der Beimengung. Vielmehr hatte die Permeabilität, die Durchlässigkeit des Bodens für Gase und die Temperatur desselben großen Einfluß. Es können sogar humifizierende Schichten ärmer an Kohlensäure sein, als andere, in denen erwiesenermaßen Kohlenstoffverbindungen sehr spärlich vorhanden sind. Mit Recht hat Bentzen neuerdings darauf hingewiesen, daß die stellenweise gefundene Kohlensäure keinen Rückschluß auf die Intensität des Zersetzungsprozesses gestattet. Die bei der Produktion und dem Verlust der Kohlensäure beteiligten Faktoren unterstützen und hemmen sich gegenseitig in der mannigfachsten Weise. Das Resultat, der Kohlen-

---

*) Fodor berechnet diese Entnahme auf circa 3 cbm per Hektar für eine 10 m hohe Luftschicht. Wir haben oben gesehen, welche gewaltige Luftmasse jede halbe Stunde über diese Fläche hinwegzieht.

säuregehalt der Grundluft, muß in verschiedenen Böden stets wechseln und wird bald der Ausdruck für diese, bald für jene, im konkreten Falle schwer zu zerlegenden Kräfte sein. Die Faktoren, welche die Erzeugung und den Abgang der Kohlensäure im Boden vermitteln, sind leider bis jetzt sehr ungenügend erforscht worden.

Wir wissen nur, daß Bakterien und andere mikroskopisch kleine pflanzliche Organismen den chemischen Prozeß der Verwesung einleiten, daß dieselben Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausscheiden und daß sie sich am stärksten vermehren, wenn sie möglichst reichlich mit Luft in Berührung kommen. Diese Pilze entziehen zunächst den Angriffsobjekten ihre eigene Nahrung — allein hierin liegt nicht die Hauptwirkung, denn sonst würde eine ungeheure Anhäufung von Pilzmassen aus den organischen Substraten hervorgehen. Die Pilze sind außer den Eiweißsubstraten, Fetten und Kohlenhydraten mit drei Elementen zufrieden — Phosphor, Kalium und außerdem Calcium oder Magnesium. — Aber sie zersetzen durch ihren Angriff gleichzeitig die kompliciert gebauten Moleküle der Kohlenhydrate und Eiweißstoffe. Nach den Untersuchungen von Fodor hört die Thätigkeit der Pilze, die sich in der Kohlensäureproduktion manifestiert, auf, wenn Chlorgas durch den Boden geleitet oder der Boden in einem Wasser- oder Paraffinbade über 100° C. erwärmt wird. Die Umwandlung des Stickstoffs zu Salpetersäure hört nach den Untersuchungen von Schlösing, Müntz u. a. auf, wenn Chloroformdämpfe durch den Boden geblasen werden oder der Boden in einem siedenden Wasserbade ausgekocht wird. (Desmobakterien und insbesondere die Dauersporen wurden jedoch bei 137° bloß betäubt.)

Aber immerhin verdienen schon jetzt die Ergebnisse der Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt des Bodens die hervorragende Beachtung der Forstwirte. Alle Messungen stimmen darin überein, daß der Kohlensäuregehalt mit der Bodentiefe sehr beträchtlich steigt; die Schöpfung scheint ein reiches Kohlensäurereservoir in die tieferen Bodenschichten gelegt zu haben. Der Forstwirt kann häufig beobachten, daß ein Boden, der nur eine dünne Humusschicht hat, einen vortrefflichen Holzwuchs erzeugt, wenn er locker, feucht und genügend tiefgründig ist. Auf dem lockeren Sandboden, dem zehrenden Kalkboden ꝛc. verwesen die Laubabfälle ꝛc. sehr rasch, während der Lehm- und Thonboden eine sehr langsame Verwesung bewirkt — aber bei dem Vorhandensein der oben genannten physikalischen Eigenschaften findet man auf Kalkboden den besten Buchenwuchs. Hat die Schöpfung nicht nur ein reichhaltiges, sondern auch wenig veränderliches Kohlensäurereservoir in die unteren Bodenschichten gelegt, dessen Entleerung vielleicht in weiser Fürsorge nach den Erfordernissen der Pflanzenvegetation geregelt

worden ist, so würde man vielleicht erklären können, warum die Humushaltigkeit der oberen Bodenschicht keine unerläßliche Bedingung für das Gedeihen der Waldvegetation ist, sondern erst dann hervorragend wichtig wird, wenn einem Boden Lockerheit, Feuchtigkeit und Tiefgründigkeit mangeln.

Nach den Untersuchungen, welche neuerdings Selger in Erlangen vorgenommen hat, scheint diese Vermutung gestattet zu sein.

Selger hat die Grundluft in der Tiefe von $1^1/_2$ und 3 m in der Nähe einer Versitzgrube, in welche die Abfälle der Anatomie gelangen und in größerer Entfernung (20 m von dieser Grube) auf den Kohlensäuregehalt untersucht. Er fand zunächst in Bestätigung der Versuche anderer Forscher in 100 Teilen Luft

	in der Nähe der Versitzgrube	in 20 m Entfernung.
$1^1/_2$ m tief	= 4,07 per Meter,	2,41 per Meter,
3 „ „	= 9,87 „ „	5,05 „ „

Derselbe fand aber ferner die auffallende Erscheinung, daß durch die ausgiebige Ventilaton des Bodens während eines Tages der Kohlensäuregehalt überall in $1^1/_2$ m Tiefe auf die Hälfte gesunken, dagegen in 3 m Tiefe fast unverändert geblieben war.

Wenn dieses Forschungsergebnis durch andere Untersuchungen bestätigt wird, so würden der Waldbaupraxis neue Gesichtspunkte eröffnet werden. Man würde vielleicht sagen können, daß — bei den Kulturflächen mit Unkrautwuchs und Heidehumus, bei der Behandlung des Bodens während und nach der Streunutzung u. s. w. — hauptsächlich darauf zu sehen sei, daß die obere Bodenschicht durchlässig für die aufsteigende Kohlensäure gemacht wird und feucht bleibt. Die Bodenlockerung durch Kurzhacken, mit dem Waldpflug u. s. w. würde eine ganz andere Bedeutung gewinnen, als bisher.

4) Die übrigen Bodeneigenschaften nach ihrer Einwirkung auf den Kohlensäuregehalt des Waldbodens und der Waldluft.

Dichte und schwere Böden haben eine kohlensäurereichere Atmosphäre, als lockere Böden. Die Kohlensäure wird im Sandboden, wie Fodor ermittelt hat, sehr rasch erzeugt und an die Luft abgegeben. Aber der Lehmboden entwickelt in den ersten Tagen weniger, dann aber mehr Kohlensäure, als der Sandboden. Jedoch wurden im ganzen, wenn längere Zeiträume beobachtet wurden, gleiche Menge entwickelt.

Ein eigentümliches Verhalten zeigt der Thon. Er erschwert

den Austritt der Kohlensäure, hindert aber nicht das Eindringen des Sauerstoffs aus der Atmosphäre.

Auch der Kalkgehalt des Bodens übt eine besondere Wirkung auf die Kohlensäureproduktion im Boden aus. Man hat humose Erde, gemischt mit Aetzkalk und ohne denselben, einem abgesperrten Volumen von atmosphärischer Luft ausgesetzt. Der Sauerstoffkonsum und die Kohlensäureproduktion war in den Fällen, wo Aetzkalk beigemischt war, um das Vielfache höher, als ohne diese Beimischung. Es ist außer Zweifel, daß Aetzkalk die Zersetzung der humosen Substanzen beschleunigt.

Den größten Einfluß auf die Kohlensäureproduktion hat aber, außer der Erwärmung und der Feuchtigkeit, der reichliche oder kärgliche Zutritt der Luft zu den im Boden enthaltenen organischen Substanzen. Wenn einem Kilogramm Erde 0,25 l Luft per Stunde zugeführt werden, so produziert diese Erde bei sonst gleichen Verhältnissen 1,18 ccm Kohlensäure per Stunde, stieg die Luftzufuhr auf 1,30 l, so wurden 4,20 ccm Kohlensäure gebildet (Fodor).

Hiernach scheint Humushaltigkeit, Feuchtigkeit, Erwärmung, ausgiebige Luftcirkulation, Lockerheit der oberen Bodenschicht, Kalkgehalt ꝛc. hauptsächlich auf die Erzeugung und die rasche Abgabe der Kohlensäure, dagegen die Dichtigkeit, Tiefgründigkeit, der Thon- und Lehmgehalt ꝛc. hauptsächlich auf die Bewahrung und langsame, aber nachhaltige Abgabe der Kohlensäure zu wirken. Die praktischen Forstwirte, welche die Wachstumserscheinungen im Walde aufmerksam zu beachten pflegen, werden auch hier wieder zugestehen müssen, daß diese spärlichen Untersuchungen, deren Ergebnisse ich hier mit wenigen Worten angegeben habe, in beachtenswerter Weise mit ihren Wahrnehmungen harmonieren. Man kann täglich die schönsten Holzbestände auf bindendem, lehm- und thonhaltigem Boden sehen. Der tiefgründige Kalkboden trägt, obgleich der Blattabfall sehr rasch zersetzt wird und eine tiefe Humusschicht sehr oft nicht vorhanden ist, den vortrefflichsten Buchenwuchs. Der Sandboden, wenn er feucht bleibt, steht in der Holzproduktion auf einer hohen Stufe u. s. w. — in allen diesen Bodenarten werden höchstwahrscheinlich besonders günstige Verhältnisse für die Entwicklung, die Aufnahme und die Bewahrung der Kohlensäure dargeboten werden.

Die Tiefgründigkeit ist ein wesentlicher Faktor der Bodengüte. Nun bietet allerdings ein tiefgründiger Boden den mit dichter Verzweigung eindringenden Wurzeln eine reichhaltige Wasserspeisung für die Verdampfung in den Baumblättern — aber auch der Kohlensäuregehalt der Bodenluft wächst mit der Tiefe, wenn nicht festes Gestein die Unterlage bildet, sehr beträchtlich. Wenn der Boden gelockert wird, wenn die Luft durchziehen kann und die Bodenfeuchtigkeit sich nicht mehr verflüchtigen kann, so wachsen alsbald die Holzpflanzen viel besser als früher — wir haben gesehen, daß die Kohlensäureentwicklung im durchlüfteten Boden sehr wesentlich steigt.

Besondere Beachtung verdient das Verhalten der Kohlensäure in einem mit Gras, Heide und anderen Forstunkräutern überzogenen Boden; hier wird allerdings die Wirkung kombinierter Ursachen hervortreten und namentlich wird der Wassergehalt des Bodens die Kohlensäureentwicklung beeinflussen. Mit lebenden Pflanzen bedeckte, feuchte Ackererde enthielt, wie E. Wollny gefunden hat, während der wärmeren Jahreszeit bedeutend geringere Mengen von Kohlensäure, als der brachliegende oder mit einer Decke von abgestorbenen Pflanzen (Stroh) bedeckte Boden unter sonst gleichen Verhältnissen. Der brachliegende Boden enthielt 4,4, der mit Stroh bedeckte Boden 3,4 mal mehr Kohlensäure, als der Grasboden. Dagegen enthielt während der kälteren Jahreszeit der mit lebenden Pflanzen bedeckte Boden mehr Kohlensäure, als der brachliegende. Mit der zunehmenden Dichte der lebenden Pflanzendecke nimmt der Kohlensäuregehalt ab. Wollny glaubt die Ursache in der durch die Bedeckung modifizierten Feuchtigkeit, Wärme und Porosität des Bodens zu finden. Es ist sonach, wie es scheint, die sorgsame Entfernung des Bodenüberzuges im Walde — Heide, Heidelbeeren, Gras u. s. w. — nicht nur wegen Erhaltung der Feuchtigkeit, sondern auch wegen Bewahrung der Kohlensäure geboten.

Auch Ernst Ebermayer hat unter Akaziengebüsch auf einem nackten, ungedüngten, nicht bearbeiteten Boden in 1 Meter Tiefe nur etwas mehr als die Hälfte der Kohlensäure gefunden, wie im nackten Boden von sonst gleicher Beschaffenheit. Derselbe Forscher fand im Waldboden viel größere Kohlensäuremengen (in der Humusdecke in 1000 cm 1,48, in $^1/_2$ m Tiefe 4,55, in 1 m Tiefe 5,02)

als in der Waldluft (in 2 m über dem Boden nur 0,80) und hier die doppelte Kohlensäuremenge, wie in der freien atmosphärischen Luft in gleicher Höhe (0,41); aber im Ackerfeld waren in ½ und 1 m Tiefe viel größere Kohlensäuremengen (26,67 und 25,63 p. m.). Ebermayer erklärt den ungleich größeren Kohlensäurereichtum im Ackerboden durch die bessere Durchlüftung eines bearbeiteten Bodens, durch die innigere Vermengung der organischen Stoffe (Humus) mit dem Ackerboden und durch die größere Wärme des unbewaldeten Bodens im Sommer. (Vielleicht bietet die lockere Erdkrume ein ebenso günstiges Reservoir für die Bewahrung der Kohlensäure, wie für die Bewahrung des Wassers. Das wird zu erforschen sein.)

Ich habe die vorstehenden Untersuchungen angeführt, obgleich dieselben bis jetzt ein sicheres Fundament für die Praxis des Waldbaues noch nicht bilden. Aber die Ergebnisse dieser Forschungen, die größtenteils ganz andere Zwecke verfolgt haben und namentlich die Ursachen der Infektionskrankheiten aufklären wollten, haben eine unverkennbare Bedeutung für die naturgesetzliche Begründung der forstlichen Maßnahmen. Die Forstwirte sind mit der „Befragung der Bäume“ keinen Schritt weiter gekommen, als seinerzeit der Forstbotaniker Reum, indem er die Wachstumserscheinungen der Waldbäume als Produkt der „allgemeinen irdischen Thätigkeit“ definierte.

Die Messung der Kohlensäure im Boden — im kahlen und verschiedenartig (mit Laub- und Nadelholz) bestockten, mit totem Laub und lebenden Pflanzen bedeckten Sand-, Kalk-, Lehm- und Thonboden, auf südlichen und nördlichen Lagen, im geschonten und durch Streunutzung geschwächten Boden ꝛc. ꝛc. — ist sicherlich ebenso eifrig zu fördern, als die Untersuchung der Wasserströmung, welche die wichtigste Triebkraft für die Assimilation des Kohlenstoffs ist.

IV.

Die Maßnahmen der forstlichen Praxis zum Schutze der Bodenkraft.

In den vorhergehenden Abteilungen dieses Abschnitts glaube ich die Ergebnisse der naturgesetzlichen Forschung, soweit sie den

Waldbau betreffen und soweit sie mir zugänglich waren, sorgsam dargestellt zu haben. Sie sind zwar noch unvollkommen und ergänzungsbedürftig, aber sie sind vielversprechende Anfänge, die vielleicht noch im laufenden Jahrhundert zu einer durchdringenden Erkenntnis dieser Naturgesetze erweitert werden.

Schon jetzt darf man vermuten, daß die Erhaltung und die Steigerung der Produktionskraft des Waldbodens erzielt werden wird, wenn die Forstwirte Fürsorge in zweierlei Richtung treffen. Erstens muß im Boden die Wassermenge, welche für die Kohlensäureentwicklung und die Blätterverdunstung benötigt ist, erhalten werden und leicht cirkulieren können, zweitens muß nicht nur eine reichhaltige Kohlensäuremenge im Boden durch Humusansammlung und namentlich Durchlüftung desselben gebildet werden, es sind auch die Bodeneigenschaften herzustellen, welche einerseits die Aufbewahrung und anderseits die rasche Abgabe der Kohlensäure an die Waldluft an den sonnenhellen Tagen begünstigen. So darf man bis jetzt mutmaßen.

Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß sich der dicht geschlossene Wald die günstigsten Bodenzustände ohne weitere Beihilfe zu verschaffen vermag — durch die Bedeckung des Bodens mit dem abfallenden Laube und den Nadeln der Waldbäume und durch die Beschattung, welche von den dichten, geschlossenen Baumkronen bewirkt wird. Die zu Humus verwesenden Laub- und Nadelabfälle bilden nicht nur eine reich fließende Kohlensäurequelle, die Humusbildung macht auch den Boden feucht, weil der Humus eine große Quantität Wasser in tropfbar flüssiger Gestalt aufzunehmen und festzuhalten vermag. Der leichte, lockere Sand wird durch die Humusbeimischung bindender und feuchter, der schwere bindende Thonboden mürber und durchlässiger für Wasser. Der Boden wird durch die Beimischung des schwarz gefärbten Humus wärmer und befördert dadurch die Wurzelthätigkeit und den Verwesungs- und Verwitterungsprozeß im Boden. Die humushaltigen Böden haben neben den thon- und lehmreichen Böden das größte Absorptionsvermögen für Pflanzennährstoffe; die oben besprochene Bodenlösung findet im Humus reichlichen und nachhaltigen Ersatz.

Der Forstwirt wird selbstverständlich alle Einwirkungen, welche den Wassergehalt und die Humushaltigkeit des Bodens verflüchtigen

und zerstören, möglichst fern zu halten suchen. Allein derartige Einwirkungen lassen sich nicht immer abwenden; der Waldboden läßt sich nicht immer im tiefen Schatten, geschirmt gegen Wind, Sonnenlicht und Unkrautwuchs, erhalten. Einzelne Holzarten, wie Eichen, Birken u. s. w. sind von Jugend auf so lichtbedürftig, daß sie den Böden keine dichte Ueberschirmung zu verleihen vermögen, andere Holzarten, wie die Kiefer 2c., stellen sich im höheren Alter licht. Schnee- und Eisdruck, Wind und Insekten 2c. durchlöchern und durchlichten die Bestände. Durch Streuberechtigungen wird dem Boden die schützende Decke geraubt und Verhärtung desselben befördert. Während der Verjüngung der Waldungen verflüchtigt sich der Humus- und Wassergehalt des Bodens. Wir müssen deshalb die praktischen Maßnahmen, welche die Forstwirte zur Abwendung dieser schädlichen Einflüsse der Sonne und des Windes erprobt gefunden haben, gesondert besprechen.

1) Die Auswahl der Holzarten beim Anbau nach der Rückwirkung auf die Produktionskraft des Bodens.

Es ist bis jetzt, so viel ich weiß, noch nicht untersucht worden, in welcher Reihenfolge die Waldbäume-Gattungen hinsichtlich des Vermögens stehen, durch Humusbildung die Bodenkraft zu stärken. Ernst Ebermayer hat (1876) nachgewiesen, daß in Waldbeständen verschiedener Holzarten im großen Durchschnitt alljährlich die gleiche Gewichtsmenge organischer Substanz ohne beträchtliche Unterschiede nach dem Bestandsalter produziert und im folgenden Verhältnis abgeworfen wird:

Buchenbestände	4107	kg
Fichtenbestände	3537	„
Kiefernbestände	3706	„

Allein wir wissen nicht, wie sich diese Gewichtsmengen zur Humus- und Kohlensäurebildung verhalten. Wir wissen nicht, ob die kleber- und eiweißhaltigen, vom Schnee zu einer kompakten Masse zusammengepreßten Buchenblätter*) den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in besserer Weise zu erhalten vermögen, als eine gut ge-

---

*) Die oben genannten Pilze finden die geeignetste kohlenstoffhaltige Nahrung im Zucker, die beste stickstoffhaltige in Eiweißstoffen und Peptonen.

schlossene, starke Moosdecke unter älteren Fichten- und Tannenbeständen, welche das Wasser gierig einsaugt und dem Boden mitteilt, zudem durch die verwesenden unteren Teile der Stengel den Humus vermehrt, ohne den Luftzutritt abzusperren. Wir wissen ebensowenig, ob eine dichte Nadeldecke unter gut geschlossenen Kiefern- und Lärchenbeständen eine ähnliche Wirkung ausübt. Man darf nur vermuten, daß die Birke durch den Abwurf der kleinen und dünnen Blätter den Humusgehalt des Bodens nur in sehr spärlichem Maße bereichern wird — aber selbst bezüglich der Aspe ist die Wirkung des Blattabfalls auf die Bodenverbesserung nicht bekannt geworden.

Es ist sicherlich nicht zu bezweifeln, daß die sog. schattenertragenden Holzarten, deren Blätter und Nadeln im Innern der Krone wenig Licht gebrauchen und deshalb einen dichten Schirm bilden, in vorderster Reihe hinsichtlich der Erhaltung und Vermehrung der Bodenkraft stehen. Allein es ist zu fragen, ob sie diese günstige Wirkung hervorrufen, indem sie durch dunklen Schatten die Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit hemmen oder ob die abfallenden organischen Substanzen der Rotbuche, Hainbuche, Fichte ꝛc. an und für sich die Humusbildung mehr verstärken, als die abfallenden Kiefern- und Lärchennadeln, das faulende Eichenlaub ꝛc. Erfahrungsgemäß erhalten auch die lichtbedürftigen Holzarten, wenn sie unausgesetzt eine dichte Bestockung bilden, die Bodenfeuchtigkeit und verhindern den Unkrautwuchs — vorausgesetzt, daß Streunutzung ausgeschlossen bleibt. Wird die reine Eichenbestockung im Niederwalde durch tiefen Hieb zu zahlreichen Ausschlägen gezwungen, so erhält sich der Boden erfahrungsgemäß besser, als im lückigen Buchenniederwalde. Die verstärkte Humusbildung durch das Buchenlaub ꝛc. scheint der vollen Beschattung des Bodens an Wirkungsfähigkeit nachzustehen.

Die Rückwirkung der aus verschiedenen Baumhölzern gebildeten Holzbestände auf die Humusbildung im Boden, die sicherlich bedeutungsreich für die Auswahl der Waldbäume bei der Bildung gemischter Bestände ist, läßt sich sonach nicht bemessen. Wir sind auf die Berücksichtigung des Verhaltens gegen Licht und Schatten angewiesen; zur herrschenden Bestandsbildung dürfen nur schatten-

tragende Holzarten berufen werden. (Näheres hierüber im fünften Abschnitt.)

2) Das Bodenschutzholz. In fortwachsenden Beständen, die sich licht stellen oder deren Kronenschluß durch Naturereignisse oder sog. Lichtungshiebe durchbrochen wird, kann man die Bodenkraft nur durch einen Unterwuchs, der aus schattenertragenden Holzarten gebildet wird, dauernd schützen.

Zwar kann man vom theoretischen Standpunkt aus fragen, ob ein nackter Boden durch die oft wiederholte Lockerung der Oberfläche, welche die Feuchtigkeit gleichfalls gegen Verflüchtigung bewahrt und die Zufuhr der Kohlensäure befördert, ebensogut beschirmt werden kann, als durch den Anbau von Schutzhölzern. Das Schutzholz wird nicht nur die leichten Wasserniederschläge größtenteils mit seinen Blättern und Nadeln auffangen und durch Verdunstung dem Boden entziehen; dieses Schutzholz wird auch, wenn die Sonnenstrahlen auf die Blätter fallen, durch Wasserverdunstung den Boden schwächen. Man kann sagen, daß im Vergleich mit diesen ungünstigen Wirkungen die Bedeckung des Bodens durch das abfallende Laub und die Bereicherung durch die Verwesung des letzteren im Nutzeffekt der Bodenlockerung nachstehen wird.

Vergleichende Untersuchungen, welche eine Bilanz gestatten würden, liegen meines Wissens nicht vor und praktische Beobachtungen auf vergleichungsfähigen Flächen sind ebensowenig bekannt geworden. Allein es hat die Erörterung dieser Fragen, wie gesagt, fast lediglich theoretische Bedeutung. Der nackte Boden überzieht sich alsbald mit Gras, Heide, Heidelbeeren und anderen Forstunkräutern — und diese verdunsten das Wasser im Boden höchstwahrscheinlich viel stärker, als die schattenertragenden Laub- und Nadelhölzer. Es würde somit unausgesetzte Bodenlockerung zur Unterdrückung des Unkrautwuchses notwendig werden und diese ist im Waldbetriebe schon wegen des Kostenaufwands selten ausführbar. Der Forstwirt bleibt auf das Bodenschutzholz angewiesen.

Zu Schutzholz werden in erster Reihe einerseits Buchen und Hainbuchen (letztere vorzugsweise als Stockschlag) und anderseits Fichten und Weißtannen in Betracht kommen. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß Buchen und Hainbuchen ungleich leistungsfähiger sind, als Fichten und Tannen und die Tanne wieder der Fichte voran steht. Buchen und Hainbuchen sind erfahrungsgemäß als Bodenschutzholz schattenertragender, als die Fichten und Tannen. Während das Buchen- und Hainbuchenlaub rasch verwest, bleibt der Humus unter Fichten roh und unzersetzt. Die Tanne steht der Buche näher; die Abfälle der Tanne zersetzen sich reiner und liefern einen geringen Rückstand von Rohhumus, wie die Abfälle der Fichte. Vor allem ist jedoch der Umstand entscheidend, daß

Buchen und Hainbuchen und auch Weißtannen die wäßrigen Niederschläge mit größeren Mengen zum Boden gelangen lassen, als Fichten; in einem geschlossenen Fichtenbestande gelangten bei den Ebermayerschen Untersuchungen nur 59 % an Boden, in Buchenbeständen dagegen 73—83 %. Auch die Krone der Weißtanne ist lockerer, wie die Fichtenkrone. Außer dem Wasserzufluß schließt die Fichte auch den Luftzutritt ab; der Humus bleibt, wie gesagt, roh und unzersetzt. Die obere Bodenschicht durchzieht sich mit den zahlreichen, eng verzweigten und fein verteilten Wurzeln der Fichte und diese Wurzeln saugen die Feuchtigkeit auf und führen sie dem Unterwuchs zu. Der Oberstand wird bei Fichtenunterwuchs bald durch Bodentrockenheit leiden. Wenn aber der Boden feucht ist, wenn das Grundwasser nahe liegt und aufsteigt, dann gedeiht erfahrungsgemäß die Eiche auch im Fichtenunterwuchs — in dem feuchten Boden kann die Verringerung des Wassergehalts durch den Fichtenunterwuchs nicht nachteilig wirken, während die Fichten den Graswuchs zurückhalten.

Ueber die Nachteile des Fichtenunterwuchses in Kiefernbeständen werden aus Meiningen vergleichende Beobachtungen mitgeteilt. Nachdem in diesen Kiefernbeständen teilweise das Fichtenbodenschutzholz ausgehauen worden war, zeigte sich in allen Fällen eine Hebung des Zuwachses gegenüber den Kiefern derjenigen Bestandspartien, in denen das Schutzholz probeweise belassen war. Die Stammscheiben ließen die größeren Jahrringe nach dem Aushieb deutlich erkennen. Auch die physikalische Untersuchung des Bodens ergab einen geringeren Wassergehalt unter dem Fichtenschutzholz.

Linden, Eschen, Ahorn und Ulmen werden in seltenen Fällen als Bodenschutzholz angebaut werden, obgleich Ahorn und Eschen in der Jugend fast gleichen Schatten ertragen, wie die Rotbuchen und die Linde im Schattenerträgnis mit der Hainbuche auf ziemlich gleicher Stufe steht. Eichen, Birken, Aspen, gemeine Kiefern und Lärchen eignen sich nicht als Bodenschutzholz; über die Wirkungsweise der Weymouthskiefer und Schwarzkiefer mangeln Erfahrungen.

3) Bodenlockerung. Wenn auf den Kahlhieben oder in den Besamungs-, Licht- und Abtriebsschlägen Luft und Sonne den schützenden und nährenden Humusgehalt des Bodens verflüchtigt haben, so greift der Forstmann zur Bodenlockerung, um für den neuen Pflanzenwuchs die relativ günstigsten Bedingungen

herzustellen. Ich habe oben versucht zu erklären, welche Wirkung der oberflächlich gelockerte Boden auf den Wassergehalt der tieferen Schichten, auf die Absorption der atmosphärischen Kohlensäure, auf die Bildung der Kohlensäure infolge Durchlüftung rc. ausübt. Ich habe namentlich die bemerkenswerten Experimente in Erlangen angeführt. Wir wollen jetzt die Wahrnehmungen der Forstwirte betrachten.

Heinrich Fischbach hat diese Erfahrungen (1858) in einer kleinen Schrift „Ueber die Lockerung des Waldbodens" sorgsam zusammengestellt und zahlreiche Belege für die günstige Wirkung der Bodenlockerung beigebracht. Diese Wirkungen sind teils, wie das gute Wachsen der Holzpflanzen auf Stocklöchern, auf Dämmen und Grabenaufwürfen, allgemein bekannt; man weiß längst, daß die Schattenbäume auf vollständig gelockertem Boden im Freien gedeihen und umgekehrt Lichtbäume sich auf gelockertem Boden in solchem Schatten erhalten, in welchem sie auf festem Grunde verschwinden würden. Die Vorteile der mit Rajolen verbundenen Grabenkulturen, die Winneberger u. a. angewandt haben, der Hügelpflanzungen können nur auf der Bodenlockerung beruhen. Ein böhmischer Waldmeister, Ferdinand Bund, begünstigte das Wachstum der Pflanzen sehr beträchtlich, indem er denselben als Füllerde gelüfteten, getrockneten und gepulverten Lehm beigab. Besonders interessant ist die Mitteilung, daß in der exotischen Baumschule in Hohenheim, in der man fast ohne jede Düngung mittelst periodischen Rajolen Pflanzen züchtet, das Wachstum der letzteren aufhört, sobald der Boden verrast und fest wird. Für mehrere Gegenden Bayerns ist bei der Aufforstung von Kiefernkrüppelbeständen auf mageren, meist Keupersandboden die gründliche Lockerung auf 1½ bis 2 Fuß Tiefe als das vorzüglichste, fast einzige Mittel angeordnet worden.

Ueber die Einwirkung, welche die mit dem Fruchtbau (Waldfeldbau) verbundene Bodenlockerung auf den Holzwuchs ausübte, hat man in der Rheinthalebene Untersuchungen vorgenommen. Die Anhänger der Ansicht, daß die Ursachen der Bodenverarmung in dem Mangel an mineralischen Nährstoffen, namentlich Phosphorsäure, Kali rc. zu suchen sind, werden vermuten, daß die mineralische Kraft des Bodens durch den mehrjährigen Anbau der Feldfrüchte sehr wesentlich beeinträchtigt worden ist und die Bodenlockerung den nachteiligen Einfluß auf den Holzwuchs nicht auszugleichen vermochte. Aber die Untersuchungen, die auf gleichem Boden, in gleicher Lage und im gleichen Klima vorgenommen worden sind, haben diese Vermutung nicht bestätigt.

Forstmeister van der Hoop fand in einem 44jährigen Eichenbestand, dessen Boden 6 Jahr lang landwirtschaftlich bebaut worden war, einen Durchschnittszuwachs von 8,37 Festmeter per Hektar, in einem 48jährigen Eichenbestand auf nicht gebautem, sonst gleichem Boden 6,82 Festmeter per Hektar, sonach auf dem gebauten Boden 22% mehr Durchschnittszuwachs.

Ministerialsekretär Reißig in Darmstadt untersuchte 1845 im Forste Lorsch gebaute und nicht gebaute Eichen- und Kiefernbestände auf ihren Zuwachs.

In den älteren Beständen fand derselbe in 32jährigen Eichen auf gebautem Lande 3,69 Festmeter Durchschnittszuwachs per Hektar, dagegen in 50jährigen Eichen auf nicht gebautem Boden — 2,32 Festmeter desgl., folglich auf ersterem 59% mehr. Ferner 34jährige Kiefern auf einem 3 Jahr gebauten Boden 6,14, ebenso alte Kiefern auf nicht gebautem Boden 5,67 Festmeter Durchschnittszuwachs per Hektar, also 8% mehr auf dem gebauten Boden. Ferner 52jährige Kiefern wie oben 7,45 und 5,41 Festmeter per Hektar, also 38% mehr. Endlich 62jährige Kiefern und 70jährige Kiefern im 3. Jahr gebauten Boden 5,23, im nicht gebauten Boden 4,67 Festmeter per Hektar, also 12% mehr*).

Nach den Erfahrungen in Virnheim kostet die Bodenbearbeitung auf 0,375 m Tiefe bei einem Taglohnsatz von 1 M. bis 1 M. 29 Pf. in Eichenbeständen und 1 M. 71 Pf. bis 2 M. in Kiefernbeständen, 82 M. 29 Pf. per Hektar. Diese Kosten wachsen mit Zinseszinsen bis zum 60. Jahr bei 3% auf 485 Mark an. Rechnet man nur einen Gewinn von 1 Festmeter Zuwachs per Jahr und Hektar durch die Lockerung, so würden bei einem Preis von 8,1 M. per Festmeter die Kosten mit 3% Zinseszinsen gedeckt werden.

Ueber die gründliche Bodenbearbeitung, wie sie bei der Rabattenkultur auf einem grobkörnigen, mit Quarzkieslagen durchzogenen Sandboden an der holländisch-deutschen Grenze bei Emmerich vorgenommen wird, macht Karl Fischbach (1875) interessante Mitteilungen. Der größte Teil dieser früheren Oed- und Heideflächen zeigt im unbearbeiteten Zustande einen Boden, welcher etwa der 4. Pfeilschen Bonitätsklasse mit 2,09 Festmeter im 40. Jahre entspricht. Die Kiefer hält sich selbst auf geschonten Boden kaum bis zum 50. Jahre geschlossen; in den ausgeharkten Privatwaldungen bildet die Kiefer nur noch Krüppelbestände; der Boden überzieht sich mit Heide und Hungerflechte. Unmittelbar nach dem Abtrieb des Bestandes im Herbst oder Vorwinter werden in 4—6 m Abstand 1 m tiefe und kaum 2 m breite Gräben gezogen, die ausgehobene Erde wird auf den zwischenliegenden Reihen ausgebreitet und hierauf werden diese Streifen mit einjährigen Kiefern in 1 m Quadratverband bepflanzt, wodurch eine 20—30 cm hohe Erdschicht entsteht. Diese gründliche Bodenbearbeitung erfordert eine Ausgabe von 60—70 M. per Hektar. Aber für diesen bearbeiteten Boden wurde ein Durchschnittszuwachs von 5,33 Festmeter für 22—34jährige Kiefernbestände gefunden. Der Mehraufwand an Kulturkosten durch die Bodenbearbeitung verzinst sich, gering gerechnet, mit 6,5% und Zinseszinsen. Wenn auch auf die durchschnittlich 5 m breiten Rabatten der Humus und der Bodenüberzug, der sich auf den 2 m breiten Gräben findet, ausgebreitet wird, so ist doch klar, daß die Steigerung des Zuwachses auf den 2½fachen Betrag nicht durch die Vermehrung der orga-

---

*) Die Untersuchungen Muhls über die Erträge auf einem ausgebauten Ackerfeld nach landwirtschaftlichem Bau zwischen den Holzreihen und auf einem Hügel mit losem trockenem Flugsand werden am Ende dieses Abschnitts mitgeteilt werden.

nischen Substanz und der Aschenbestandteile, sondern durch den günstigen Einfluß der Bodenlockerung bewirkt wird.

Karl Fischbach berichtet ferner (1877) über die Erfolge eines 1 Fuß tiefen Umspatens dieses Bodens im Vergleich mit einer nebenliegenden, nicht bearbeiteten Fläche gleicher Beschaffenheit. Beide Flächen wurden mit 3—5jährigen Kiefernballenpflanzen aus demselben Pflanzkamp und von denselben Arbeitern in ganz gleicher Weise bepflanzt. Im 25. Jahre hatte die bearbeitete Fläche einen Vorsprung von 20,04 Festmeter; es hatten sich die vermehrten Kulturkosten — 69 M. per Hektar — bei einem Preis von 7,29 M. per Festmeter Hauptnutzung mit $3\frac{1}{2}\%$ und Zinseszinsen verzinst.

Duetsch (Oesdorf bei Bamberg) ließ einen humusarmen, trockenen und seichten — kaum 15—30 cm tiefen — Keupersand mit fester in Versteinerung übergehender Sandschicht als Unterlage in Entfernungen von 2,32 m mit 1,16 m breiten und 22 cm tiefen Gräben durchziehen und auf beiden Seiten der zwischenliegenden Streifen die Erde und die Forstunkräuter auf 33 cm hohe, parallel laufende Beete auflagern. Nach einigen Jahren wurden die Beete mit 2 Reihen einjähriger Kiefern im Abstand von 73—87 cm — 58 cm von den Gräben entfernt — besetzt, die gutes Gedeihen — namentlich auf den trockenen Flächen — zeigten. Diese Bodenbearbeitung inkl. Pflanzenerziehung und Einpflanzung kostete 91,49 M. per Hektar. In den seichten Einbeugungen mit undurchlassendem Untergrund vertrockneten die Pflanzen und blieben im Wachstum zurück — trotz der erhöhten Beete.

In den Greifswalder Universitätsforsten hatten die Eichen, wenn sie auf Lehmboden in 4 m Entfernung in Untergrundspflugfurchen eingesät waren, die doppelte Länge und Stärke der zwischenliegenden Vollsaatbeete.

Die Frage, ob auf einem mageren, humus- und lehmarmen Keupersandboden die Heide belassen oder entfernt und gleichzeitig der Boden mäßig (durch die Streunutzung) gelockert werden sollte, wurde 1881 lebhaft diskutiert. Auch die Gegner der Heideabräumung leugnen nicht, daß in den ersten Jahren der Wuchs der eingesetzten Pflanzen befördert wird. Aber sie behaupten, daß dieser freudige Wuchs bald in Verkrüppelung übergeht. Diese Erscheinung wird dann nicht befremden können, wenn sich die Heide wieder eingestellt hat, bevor die Kiefern in Schluß getreten sind. Denn in diesem Falle wird die Heide den an eine stärkere Wasserverdunstung gewöhnten Kiefern die Feuchtigkeit vorweg nehmen. Die wenige organische Substanz, die ein derartiger Boden enthält, ist durch die Lockerung alsbald in Kohlensäure umgewandelt worden. In dem trockenen Boden wird jede Thätigkeit ruhen. Sichere Anhaltspunkte können indessen nur komparative Untersuchungen gewähren, die bisher unterlassen worden sind.

Wenn ich diese Mitteilungen der Forstwirte überblicke, so erscheinen mir vor allem die Beobachtungen Karl Fischbachs von besonderer Bedeutung, weil sie auf komparativen Untersuchungen beruhen und darum beweisfähig sind. Es ist in der That sehr

zu beklagen, daß die Forstwirte über die Kosten und die Erfolge einer gründlichen Lockerung des Waldbodens fast alle vergleichenden Untersuchungen unterlassen haben. Es ist leicht möglich, daß eine der Verjüngung vorausgehende gründliche Lockerung des Waldbodens namentlich auf den trockenen Standorten die Kostenausgabe durch Zuwachserhöhung und alsbaldige Verjüngung der gelichteten Bestände reichlich ersetzt haben würde — ganz abgesehen von der Frage, ob durch das Umhacken des Bodens in Verbindung mit der Streunutzung die schädliche Wirkung der letzteren kompensiert werden kann. In Deutschland würde man, wie ich vermute, weniger trostlose Waldbilder, namentlich auf den trockenen und armen, durch Streunutzung ausgeraubten Sandböden, finden, wenn die Forstwirte die gründliche Bodenlockerung in Verbindung mit der Streunutzung ausgedehnt eingeführt haben würden.

Eine sehr interessante vergleichende Untersuchung hat Joseph (Eberstadt bei Darmstadt) ausgeführt, die allerdings nicht die Wirkungen der Bodenlockerung zum Gegenstand hatte, aber überzeugend beweist, daß man auf einem Boden mit ausreichendem Wassergehalt ohne Gefahr die organischen Bestandteile, die Mineralstoffe und den Stickstoff in der Bodendecke entfernen darf (1878). Derselbe hat auch Diluvialsand der Rheinebene, der zwar als trocken zu bezeichnen war, aber in etwa 5 m Tiefe beständig Grundwasser hatte, in einem 23jährigen, aus Saat auf früherem Ackerland entstandenen vollständig geschlossenen Kiefernbestand mehrere Probeflächen von je 1/4 ha Größe angelegt. Die Probefläche Nr. 1 wurde 14 Jahr lang jährlich berecht, Nr. 4 ganz vor Streuentzug bewahrt. Im Jahre 1864 (Herbst) bei Beginn der Untersuchung wurden per 1/4 ha gefunden:

	Holzgehalt. Festmeter.	Stammzahl.	Stammgrundfläche. Quadratmeter.	Mittl. Durchmesser. Centimeter.
Nr. 1.	50,01	1835	8,43	7,50
Nr. 4.	50,50	2431	8,51	6,75

Dagegen fanden sich im August 1878:

	Holzgehalt. Festmeter.	Stammzahl.	Stammgrundfläche. Quadratmeter.	Mittl. Durchmesser. Centimeter.
Nr. 1.	78,82	746	9,54	12,7
Nr. 4.	74,67	888	9,18	11,5

Folglich Zuwachs auf der jährlich 14 Jahr lang vom Nadelabfall und vom Moos gesäuberten Fläche 28,82 Festmeter, dagegen auf der geschonten Fläche nur 24,17 Festmeter. Der Umstand, daß auf Nr. 1 eine geringere Anzahl Stämme mit anfangs 8 mm größeren Durchmesser funktionirt hat, kann möglicherweise nicht ohne Einfluß auf die größere Produktion von Nr. 1 geblieben sein; allein der volle Kronenschluß war, wie die Vergleichung der Stammgrundflächen zeigt, auf beiden Probeflächen ganz gleichmäßig vorhanden und deshalb kann

diese Einwirkung unmöglich so groß gewesen sein, um dieses überraschende Resultat zu erklären. Vielmehr wird — so kann man wenigstens vermuten — dieser Sandboden durch das Steigen des Rheines und damit des Grundwassers im Sommer, wenn die Gletscher schmelzen, aufwärts feucht geworden sein. Durch dieses Steigen des Grundwassers wird die stark mit Kohlensäure geschwängerte Luft aus den tieferen Bodenschichten zur Oberfläche gedrängt worden sein. Da die Wasserverdunstung auf dem streufreien Boden bekanntlich stärker ist, als auf dem mit Nadeln und namentlich mit Moos bedeckten Boden, so wird auf der Probefläche Nr. 1 der Kohlensäurevorrat aus den tiefen Bodenschichten, der nach den Erlanger Untersuchungen auch bei einer starken Abgabe dieses Gases aus den oberen Bodenschichten lange Zeit konstant bleibt, an den ausschlaggebenden Vegetationstagen mit größeren Mengen in die Waldluft übergetreten sein als in Nr. 4. Diese Wirkung war kräftiger, als die geringe Kohlensäurezunahme, welche auf der Probefläche Nr. 4 die Verwesung der Nadeln und des Mooses hervorgebracht hat. So kann man wenigstens vermuten.

Ueber die Wirkung der Bodenlockerung auf armen Sandböden begegnen wir indessen in der Forstlitteratur Ansichten, welche in einem gewissen Gegensatz zu den obigen Ausführungen stehen.

Namentlich hat Pfeil behauptet, daß auf Sandboden sehr geringer Güte der bis zur Erschöpfung des Bodens fortgesetzte Fruchtbau schädlich sei; noch nach 100 Jahren könne man das frühere Ackerland am schlechten Wuchs der Kiefernbestände erkennen. Aber Pfeil hat nicht untersucht, ob in diesen schlechtwüchsigen und jedenfalls schlecht geschlossenen Beständen lange Zeit ein besonders starker Heidewuchs den Boden ausgetrocknet hat. Er hat auch nicht untersucht, welche physikalischen Bodenzustände entstanden sind, als die Wirkungen der Lockerung verschwunden waren und sich der Boden gesetzt hatte. Möglicherweise haben sich die feinen Partikel stärker verdichtet, als die gröberen Bestandteile eines nicht gebauten Bodens — die Oberfläche ist steinhart geworden und hat die Durchlüftung verhindert.

Weitere Mitteilungen (namentlich aus Sachsen) besagen nur, daß auf armem Boden, der bis zur Erschöpfung landwirtschaftlich benutzt worden war, die Holzpflanzen zwar in den ersten Jahren freudig wuchsen, aber hierauf so lange kümmerten, bis der entstandene Heidewuchs durch den Schluß des Bestands verdrängt wurde. Der austrocknende Gras- und Heidewuchs muß selbstverständlich fortgesetzt entfernt werden und die Bodenoberfläche darf nicht fest und hart werden. Auf dem armen trockenen Sand des Odenwaldes und der Rheinebene wird der Unkrautwuchs zurückgehalten (in den Hackwaldungen durch die rasch schirmenden Stockschläge und beim Waldfeldbau durch den Zwischenbau von Feldfrüchten zwischen den Holzreihen), und hierauf liefert dieser lockere und trockene Sand, der im östlichen Odenwald und im Rheinthal fast ohne alle Bindemittel ist, nachhaltig staunenswerte Erträge, obgleich derselbe scheinbar seiner mineralischen Nahrung durch die Fruchternte beraubt worden ist. Sterile trockene Sandhügel, mit denen alle Kulturversuche erfolglos blieben, sind durch den Waldfeldbau im

Virnheimer Revier nicht nur der Holzkultur, sondern auch dem Fruchtbau zugänglich gemacht worden. Ferdinand Muhl fand in der Oberförsterei Virnheim 15,2 Festmeter Durchschnittszuwachs in einem 34jährigen Kiefernbestand, der auf einem ausgebauten Ackerfeld durch Pflanzung mit landwirtschaftlichem Zwischenbau begründet worden war, auf einem in gleicher Weise mit Kiefern angebauten Hügel mit losem, trockenem, zum Teil flüchtigem Sand bei Darmstadt 10,95 Festmeter Durchschnittszuwachs per Hektar im 13jährigen Alter.

Indessen ist das Verhalten eines landwirtschaftlich ausgebauten Sandbodens bei fortgesetzter Lockerung noch durch genauere vergleichende Untersuchungen festzustellen und deshalb vorläufig Vorsicht geboten.

V.

Rückblick.

Zur Erleichterung des Ueberblicks will ich hier die in diesem Abschnitt hauptsächlich gewonnenen Ergebnisse der Erörterung kurz zusammenstellen:

1) Die Unterschiede in der Fruchtbarkeit des Waldbodens können vorläufig nicht erklärt werden, indem man dem einen Boden eine größere und dem anderen Boden eine geringere mineralische Kraft zuschreibt. Der Reichtum des Bodens an gelösten und lösungsfähigen Mineralstoffen und Stickstoffverbindungen ist ohne Einfluß auf die Vermehrung oder Verringerung der Holzproduktion. Wenn dem Boden der Laub- und Nadelabfall erhalten bleibt und derselbe gegen Austrocknung geschützt wird, so finden die Holzarten im ärmsten Boden die benötigten Mineralstoffe und Stickstoffverbindungen. Die mit verschiedenen Mengen in den Blättern verbleibenden Rückstände sind wahrscheinlich die mechanische Wirkung der größeren oder geringeren Wasserverdunstung und der dadurch hervorgerufenen größeren oder geringeren Zuströmung des Wassers. Es ist sogar nicht wahrscheinlich, daß die verringerte Produktionskraft der durch Streunutzung und Lichtstellung vermagerten Waldböden durch den Mangel an Mineralsubstanzen und Stickstoffverbindungen verursacht wird; es ist vielmehr zu vermuten, daß infolge Verringerung der organischen Substanz die Kohlensäureentwicklung und infolge Verhärtung und Austrocknung des Bodens der Wasser- und Kohlensäurestrom versiegt.

2) Die Abstammung der Waldböden von den geognostisch ver-

schiedenartig beschaffenen Grundgesteinen ist ebensowenig ausschlaggebend bei der Beurteilung der Standortsgüte.

3) Die Behauptung, daß die Oertlichkeit in stets wechselnden unerforschbaren Beziehungen zum Holzwuchs stehe, ist eine verderbliche Irrlehre.

4) Für die Wachstumsleistungen der Waldbäume hat die Wasserströmung von den Wurzeln zu den Blättern als Quelle des Wasserstoffs und als Triebkraft der Assimilation des Kohlenstoffs die allergrößte Bedeutung.

5) Auf die Erhaltung der Wasserströmung während der trockenen Sommerzeit wirkt in der einflußreichsten Weise die Lockerung des Bodens an der Oberfläche. Die Tiefgründigkeit des Bodens ist wegen der Verbreitung der Wurzeln mit ihren Wurzelhaaren, die das Wasser aufsaugen und die Mineralstoffe auflösen, notwendig. In gleicher Weise wirkt die Lockerheit, die zugleich den Wassergehalt erhöht und die Atmung der Wurzeln durch die hinzutretende Luft unterhält.

6) Die Laubhölzer verdunsten wahrscheinlich infolge des Baues der Spaltöffnungsapparate größere Wassermassen, als die Nadelhölzer, aber die Erzeugung organischer Substanz ist nicht korrelativ.

7) Im geräumigen Stand verdunsten die Waldbäume wahrscheinlich weniger Wasser auf gleicher Fläche und bei sonst gleichen Verhältnissen, als im dichten Kronenschluß. Zudem ist im ersteren Falle die Wassermenge, die in den Boden gelangt, viel größer, als bei dichtem Kronenschirm, welcher die Niederschläge auffängt und verdunstet.

8) Gras- und Unkrautwuchs vertrocknen den Boden am meisten — ein so bewachsener Boden wird trockener, als ein nackter, ungelockerter Boden.

9) Der Kohlensäurestrom, der aus dem auf- und abwogenden Kohlensäurereservoir des Bodens und namentlich aus der hochgradig kohlensauren Luft der unteren Bodenschichten gespeist wird und durch die Baumkronen zieht, ist höchst wahrscheinlich die primäre Ursache der Unterschiede in der Holzproduktion der Waldböden. Die Bildung des Stärkemehls in den Chloro-

phyllkörpern der Blätter wird unter der Einwirkung des intensiven Lichts durch die Zunahme des Kohlensäuregehalts der Luft progressiv gesteigert. Die Assimilation des Kohlenstoffs erfolgt nicht gleichmäßig während der Tage der Vegetationszeit, sondern sprungweise an den warmen und sonnenhellen Tagen.

10) Der wichtigste Faktor der Kohlensäureentwicklung im Waldboden ist nicht nur die Humushaltigkeit, sondern vor allem ein ausreichender Feuchtigkeitsgrad und die Luftcirkulation.

11) Die Einwirkung der Bodeneigenschaften auf die Bildung, Bewahrung und Abgabe der Kohlensäure ist bis jetzt nicht genügend erforscht worden. Aber es ist wahrscheinlich, daß die Feuchtigkeit, die Erwärmung, die Luftcirkulation, der Kalkgehalt und die Lockerheit der oberen Bodenschicht hauptsächlich auf die Entwicklung und die rasche Abgabe der Kohlensäure einwirken, während die Tiefgründigkeit, die Dichtigkeit, der Thon- und Lehmgehalt hauptsächlich die Bewahrung und die langsame, aber nachhaltige Abgabe der Kohlensäure beeinflussen.

12) Die forstwirtschaftlichen Maßnahmen haben in erster Linie auf die Erhaltung des Wassergehalts im Boden hinzuwirken; gründliche und (bei der raschen Bewegung) weitgreifende Lockerung des Waldbodens und Anbau eines Schutzholzes — namentlich von Buchen und Hainbuchen — sind die erfolgreichsten Mittel. Die Forstwirte haben zweitens eine reichhaltige Kohlensäuremenge im Boden durch Ansammlung von Humus und Verhütung der Austrocknung und Verhärtung des Bodens herzustellen. Der Humus macht den Boden feucht, mürb, durchlässig und erwärmt denselben.

13) Die Kosten, welche die gründliche Bodenlockerung verursacht, werden höchst wahrscheinlich durch die Vermehrung der Holzproduktion reichlich ersetzt.

Dritter Abschnitt.

Die Benutzung der deutschen Waldungen vor dem neunzehnten Jahrhundert.

Bis zur letzten Hälfte des 18. Jahrhunderts war in den inländischen Waldungen einesteils der regellose Plänterbetrieb und anderenteils der Kahlhieb mit Belassung von einzelstehenden Laßraideln und Samenbäumen vorherrschend. Waldweide, Schweinemast und Bienenzucht bildeten in früheren Jahren wesentliche Bestandteile der Waldnutzung.

In den waldreichen, wenig bevölkerten Gegenden unseres Vaterlandes fällte man die nutzbaren Stämme, wo man sie fand. Stärkere und schwächere Waldbäume bildeten in bunter Untermischung zwischen Gerten und Stangen, teils einzeln, teils in Horsten und Gruppen stehend, die Waldbestockung. In den Gebirgen herrschten die Nadelhölzer vor — die Weißtanne im Schwarzwald und Frankenwald, die Fichte im Harz, Thüringerwald, schlesischen Gebirge, Erzgebirge, Fichtelgebirge und den bayrischen Alpen, die Rotbuche mit der Eiche im Spessart, Rhöngebirge, Vogelsberg, Westerwald, Rotlagergebirge, Teutoburgerwald, die Kiefer im norddeutschen Flachlande, in den Sandebenen am Main und Rhein und in Franken — und hier waren von einer regelrechten Schlagwirtschaft bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts nur geringe Spuren wahrzunehmen.

Aber in den bevölkerten Gegenden Deutschlands mit weit vorgeschrittenem Feldbau war der Holzreichtum, von dem uns die Römer erzählen, seit vielen Jahrhunderten nicht mehr zu finden.

In den Markwaldungen hatte die Habsucht der Markgenossen, die bei der ungeregelten Plänterwirtschaft möglichst viel Holz- und Streunutzungen an sich zu reißen, möglichst viel Vieh einzutreiben suchten, schon frühe die Waldzerstörung eingeleitet. In den landesherrlichen Waldungen verwüsteten übermäßige Wildstände die Jungwüchse. Die Eigentumsrechte der Landesherren, der früheren Obermärker, waren durch die Bezüge, welche den einstmaligen Markgenossen verblieben waren, wesentlich geschmälert; maßlose Holz-, Streu- und Weiderechte zehrten in großen Länderstrichen die schon spärlichen Holzvorräte auf und entkräfteten den Boden. Die Bevölkerung war mit dem gesamten Brennstoffverbrauch auf den Wald angewiesen und die holzverzehrenden Feuerungseinrichtungen der damaligen Zeit ließen die Holzersparung nicht aufkommen. In steinarmen Gegenden verschlang der Häuserbau große Bauholzmassen, denn auch hierbei pflegte man Holz nicht zu sparen. Zur Gewinnung der Metalle und zum Betriebe der Gewerbe wurde Holz im rohen und verkohlten Zustand massenhaft verbraucht und vor allem war der Bergbau für die Holzvorräte in den umliegenden Waldungen ein unersättlicher Nachbar. Jahrhunderte lang hat die Befürchtung einer allgemeinen Holznot unsere Vorfahren begleitet. In der That stiegen die Holzpreise fortwährend und erreichten am Schlusse des 18. Jahrhunderts eine für die damalige Zahlungskraft der Bevölkerung empfindliche Höhe.

In den bevölkerten Landesteilen Deutschlands war der Kahlhieb eine Notwendigkeit geworden. Man ließ lediglich, zur Erziehung des benötigten Bau- und Nutzholzes und zur Besamung des Schlages, einige Laßraidel und Oberständer stehen. Schon im 16. Jahrhundert waren in manchen Gegenden Deutschlands die früheren Femelwaldungen herabgesunken zu nieder- und mittelwaldähnlichen Bestockungsformen. Die Stock- und Wurzelausschläge wurden mit rascher Wiederkehr des Hiebes genutzt; Laßraidel und ältere Bäume ließ man bei jedem Unterholzhieb in größerer oder geringerer Zahl stehen. In diesen Waldungen scheint zuerst die Schlagwirtschaft entstanden zu sein; schon gegen 1500 wurden die Schläge in den kurmainzischen, bei Erfurt gelegenen Waldungen vermessen und im Mülhäuser Stadtwald scheint ein

9—12jähriger Niederwaldumtrieb eingeführt worden zu sein. Die Nadelholzwaldungen benutzte man gleichfalls durch Kahlhieb mit kurzer Umlaufszeit der Nutzung. Zur Wiederbesamung der Schläge und zur Bauholzgewinnung wurden Samenbäume, einzeln und horst= und gruppenweise stehend, übergehalten, die größtenteils eingewachsen sind. Mehrfach, namentlich in Nordwestdeutschland, wurde der künstliche Holzanbau versucht; man pflanzte Eichenheister und legte Eichelkämpe an.

Im allgemeinen war in den ausgedehnten Waldungen der wenig bevölkerten Gegenden — im norddeutschen Tieflande, den Bergwaldungen des mittleren und südlichen Deutschlands ꝛc. bis zum 17. Jahrhundert die plänterweise Benutzung vorherrschend. In den bevölkerten Gegenden Deutschlands waren dagegen nieder= und mittelwaldartige Bestockungsformen viel weiter ausgedehnt, als im 19. Jahrhundert.

In den **Laubholzwaldungen** ist der heutige Hochwaldbetrieb — d. h. die Begründung von gleichartigen und gleichalterigen Samenholzbeständen (durch den Samenabwurf des Mutterbestands, den man durch Führung von Vorbereitungs=, Besamungs= und Auslichtungshieben unterbringt und beschützt) und die Erziehung des Nachwuchses im Kronenschlusse bis zu mehr als 100=jährigen Altersjahren — gegen Mitte des 18. Jahrhunderts angebahnt worden. Der Uebergang hat sich allmählich vollzogen und die Beweggründe und die Zielpunkte, die man ins Auge faßte, sind nicht urkundlich nachweisbar. Aber man wird nicht fehlgehen, wenn man als die eigentliche Triebfeder die Absicht vermutet, der drohenden Holznot vorzubeugen. Man teilte die Waldung in eine gewisse Anzahl von Jahresschlägen und benutzte von Jahr zu Jahr nur den Schlag, in dem das älteste Holz vorherrschend war. Es wurde dadurch eine regelmäßige (zunächst kurze) Umlaufszeit der Nutzung ermöglicht; Jahr für Jahr konnte man annähernd gleiche Holzmassen zum Hiebe bringen. Die nicht benutzten Femelwaldungen, in denen zumeist jüngeres Holz vorherrschend war, näherten sich inzwischen mehr oder minder dem Kronenschluß. Es ist jedoch auch möglich, daß die neue Bestockungsform, der geschlossene Hochwald, aus dem dicht stehenden Oberholze des Mittelwaldes und ähnlicher Bestockungsformen, welches man

aus Furcht vor Holznot zahlreich belassen hatte, hervorgegangen ist (nachweisbar in Braunschweig).

Die Wiege dieser regelmäßigen Verjüngung hat, wie es scheint, in den Buchenwaldungen der Grafschaft Hanau-Münzenberg gestanden (1736).

Zwar ist der Aushieb der Samenbäume nach Vollzug der Besamung schon 1560 vom Kurfürst August von Sachsen angeordnet worden und hin und wieder hat man, wie zu vermuten ist, schon im Beginn des 18. Jahrhunderts einzelne Forsten im schlagweisen Hochwald behandelt*). Aber die Besamungsschlagstellung durch „ordentliche von Anfang bis zu Ende haltende Schläge" und die Führung von einem Auslichtungshieb (wenn der Aufschlag kniehoch erwachsen ist) und dem Abtriebsschlag (wenn der Aufschlag mannslang erwachsen ist) — diese eingehenden Bestimmungen finden sich, so weit bis jetzt bekannt ist, erstmals in der Hanau-Münzenberger Forstordnung von 1736 veröffentlicht.

Man ließ zuerst die Samenbäume, wie es scheint, in größerer Entfernung stehen. Aber schon bald wurde die dunkle Schlagstellung befürwortet (von Berlepsch 1761 für die Kasselschen Lande, später für die genannte Grafschaft Hanau-Münzenberg, 1775 von Löhneysen für Braunschweig). Und kurze Zeit später ist die Schlagstellung in Buchenwaldungen in so vollendeter Weise gelehrt worden, daß in dem inzwischen verflossenen Jahrhundert keine bemerkenswerte Verbesserung erzielt werden konnte. Während Berlepsch die Verjüngung noch durch drei Lichtungshiebe vollzogen haben wollte, befürwortete 1785 ein Herr von L. den Vorbereitungsschlag (durch zwei Hiebe vor der Besamung) und mehrere Auslichtungshiebe nach Bedarf des Nachwuchses. Dabei sollen die Vorbereitungshiebe nicht auf den zu verjüngenden Jahresschlag beschränkt werden, sondern auch auf einen weiteren Jahresschlag übergreifen.

Sieben Jahre später, 1792, verbesserte diese Vorschriften ein in Hessen-Kassel wirkender Forstwirt (C. F. W. S.), indem er verlangte, daß der zweite Hieb im Samenjahre selbst geführt wird. Ich lasse

*) Die Aneinanderreihung der Schläge wurde 1735 für die Solms-Laubachschen Waldungen verfügt.

die Regeln dieses hervorragenden Forstwirts hier wörtlich folgen, um die obige Behauptung, daß bis heute auf diesem Gebiete kein Fortschritt erzielt ist, zu beweisen:

„Wenn ein Heisterwald haubar ist, so treibt man ihn 1) zum dunklen Schlag; jedoch bleibt alles so dunkel, daß weder Gras noch Heide, noch Heidelbeeren darin zum Nachteil des Schlages aufkommen können; nur krüppelige, zopfdürre und andere untaugliche Stämme nimmt man hinweg. 2) Gibt's Maste, so wird in dem Falle, daß der Schlag zum Aufkommen des jungen Aufwuchses noch zu dunkel ist, mit aller Vorsicht durch ferneres Hauen etwas, aber nicht zu viel Luft gemacht, damit die Maste aufgehe. 3) Ist der junge Aufwuchs etwas herangewachsen und hat die Höhe von einem Schuh erreicht, so wird nach Befinden zu dessen Fortkommen und damit er nicht wieder zurückfalle, mehr Luft gemacht, und dies heißt die erste Ausläuterung. Hierbei muß aber dahin gesehen werden, daß die zu Heide, Moos, Heidelbeeren, Farren, Moor und dergleichen besonders geneigte Stellen wohl geschlossen gehalten und nicht zu lichte gehauen werden, bis der Aufwuchs auch daselbst sichtbar und einen Schuh, auch darüber hoch ist, ehe man mehr aushaut. 4) An denen Orten, wo der Aufwuchs eine Höhe von drei Schuh und darüber erreicht hat, wird nunmehr die letzte Ausläuterung vorgenommen. 5) Diese letzte Ausläuterung kann im ganzen Bezirk nie auf einmal vorgenommen werden, sondern richtet sich lediglich nach dem Aufwachse: Es ist daher öfters der Fall, daß an einem Ort vier, fünf und mehrere Ausläuterungen vorgenommen werden, und es erfordert die volle Aufmerksamkeit eines Forstmanns, bei Behandlung eines Heisterwaldes, daß der Schlag weder zu dunkel noch zu lichte getrieben wird. Beides ist gleich forstwidrig: jenes verursacht Zurückfallen des Aufwachses und dieses unvermeidliche Blößen, mit schwer zu vertilgendem Unkraut überzogen."

In gleich vollendeter Weise schilderte 1801 Sarauw die heutige Femelschlagwirtschaft; er faßte die Schläge für so viele Jahre, als die Samenjahre durchschnittlich auseinander liegen, zusammen und wirtschaftete in Periodenschlägen.

In den **Nadelholzwaldungen** scheint in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts lediglich eine Erhöhung der Umtriebszeit angebahnt und die Schlagrichtung von Ost nach West vorgeschrieben zu sein. Friedrich der Große stellte 1740 die Plänterwirtschaft ein und ordnete 1764 für die Kiefernforste eine Umtriebszeit von 70 Jahren, für Erlen-, Birken- und sonstige Niederwaldungen eine Umtriebszeit von 16—20 Jahren an; in den Fichten-, Kiefern- und Tannenschonungen sollten keine Bäume übergehalten werden. Auf den Antrag, die Kiefernumtriebszeit zu erhöhen, um starkes Nutzholz zu erzeugen, antwortete der König: „Zehn Jahre ist alles, was ich zulegen kann." Für die Grafschaft Stolberg-

Wernigerode wurde 1745 eine von Osten nach Westen vorschreitende Hiebsführung, für Preußens Kiefernforste 1780 und 1783 eine von Nordost nach Südwest vorschreitende Hiebsrichtung, dagegen für die Laubholzwaldungen wegen der schädlichen Morgen- und Mitternachtswinde die entgegengesetzte Hiebsrichtung vorgeschrieben.

Die Bemessung des Abgabesatzes mittels der geometrischen Flächeneinteilung war schon mehrfach im 14., 15., 16. und 17. Jahrhundert beachtet worden. Sie wurde im 18. Jahrhundert von Jacobi, Langen, Oettelt, Kugler, Büchting u. a. ausgeführt. Wedell, Hennert, Beckmann u. a. waren bemüht, die Verschiedenartigkeit des Holzvorrats und Holzzuwachses auf den gleichen Flächenanteilen bei Feststellung des Abgabesatzes (Proportionalflächen) zu berücksichtigen. Die eingehende Darstellung dieser Bestrebungen und Erfolge gehört indessen nicht hierher, sondern in die Geschichte der Waldertragsregelung.

Bis zum Ende des 18. Jahrhunderts hat man die deutschen Waldungen im allgemeinen mit viel kürzeren Umlaufszeiten der Nutzung bewirtschaftet, als im 19. Jahrhundert. Infolge der Brennholznot war man bestrebt, öfters an derselben Stelle zu ernten. Alle Holzarten hat man selbst im Samenholzbetriebe, wie es scheint, vorherrschend mit 50—90jähriger Umtriebszeit benutzt.

Die Anfänge der künstlichen Saat und Pflanzung reichen tief hinein in das Mittelalter. In vielen Markwaldungen mußte jeder Markgenosse jährlich eine bestimmte Zahl Eichenheister setzen. Kiefernsaaten wurden 1368 im Nürnberger Reichswald und 1420 im Frankfurter Stadtwald ausgeführt. Man legte 1575 schon Eichelkämpe an und 1765 pflanzte man in Oldenburg die Eichenheister in Erdhügel. Im 18. Jahrhundert wurden diese Eichelsaaten und Eichenpflanzungen fortgesetzt. Bei Kiefernsaaten wurde der Boden verwundet, die Zapfensaat war in Uebung. Man legte Tannenkämpe (Tannenholzgärten) an und verpflanzte die Nadelholzpflanzen; in Preußen wird in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts die Kiefernballenpflanzung amtlich empfohlen und seit 1779 der Hohlspaten zur Kiefernpflanzung benutzt.

Auch den Durchforstungen hat man im 18. Jahrhundert größere Aufmerksamkeit zugewendet. Dieselben fanden namentlich im Forstmeister von Langen in Blankenburg einen warmen Verteidiger.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts suchte man, um die drohende Holznot abzuwenden, fremdländische Holzarten in Deutschland einzubürgern und inländische Holzarten, die durch ihre Raschwüchsigkeit einen baldigen Ertrag liefern, weit zu verbreiten. Außer den nordamerikanischen Nadelhölzern setzte man große Hoffnungen auf die weißblühende Akazie und die Birke. Wangenheim, Burgsdorf, Medicus u. a. waren in dieser Richtung thätig; Georg Ludwig Hartig führte 1798 den Beweis: daß durch den Anbau der weißblühenden Akazie dem drohenden Holzmangel nicht abgeholfen werden könne.

Vierter Abschnitt.

Die Waldbaumgattungen und ihre wirtschaftliche Leistungsfähigkeit.

Die Waldbäume, welche in Deutschland heimisch geworden sind, produzieren während gleicher Wachstumszeit sehr verschiedene Holzmassen — sowohl im Einzelstande, als im Schlusse der Baumkronen. Die Schöpfung hat die Energie des Höhenwachstums und die Volumenzunahme bei den Waldbaumhölzern sehr ungleichartig gestaltet. Eichen, Rotbuchen, Hainbuchen, Ahorn, Ulmen 2c. haben einen weitaus geringeren Zuwachs, als Lärchen, Fichten, Weißtannen, Kiefern 2c. — auch dann, wenn die anspruchsvollsten Baumhölzer einen ausreichenden Wassergehalt und Humusreichtum neben genügender Tiefgründigkeit und Lockerheit vorfinden*).

---

*) Wir haben oben die Naturgesetze, welche die verschiedene Holzproduktion veranlassen, soweit als möglich, zu erkennen gesucht. Wir haben gesehen, daß die Holzgattungen infolge der abweichenden Bauart der Spaltöffnungsapparate eine sehr verschiedene Wasserverdunstung haben, daß aber diejenigen Holzgattungen, welche die größten Wassermengen verdampfen, die Laubhölzer, keineswegs auch in gleichem Maße durch die Bildung organischer Substanz den Nadelhölzern überlegen sind. Die Rotbuchen und andere langsam wüchsige Laubhölzer konsumieren, wie man annehmen kann, zur Bildung der gleichen organischen Substanz einen viel größeren mechanischen Kraftaufwand in Form von Schwingungen des Aethers, als die Nadelhölzer. Nach dem Gesetz der Erhaltung der Kraft müssen offenbar diese gebundenen Kräfte beim Verbrennen des Laubholzes und Nadelholzes in gleichem Verhältnis wieder frei werden, wie sie gebunden worden sind — die gleiche Masse Laubholz muß beim Verbrennen eine größere Kraft entwickeln, wie die gleiche Masse Nadelholz. Man kann versucht werden zu fragen, ob die Heizkraft

Welche Aufgaben hatte der deutsche Waldbau zur Anbahnung der volkswirtschaftlichen Zielpunkte, die wir im ersten Abschnitt kennen gelernt haben, zu erfüllen? Sie sind sehr naheliegend und sehr einfach. Unter den örtlich anbaufähigen Waldbaumgattungen darf der Forstmann selbstverständlich nur diejenigen auswählen, die mit ihrer jährlichen Wertproduktion nachhaltig auf höchster Stufe stehen. Es ist deshalb zuvörderst die Massenproduktion der örtlich anbaufähigen Holzgattungen zu messen und hierauf ist der Gebrauchswert des erzeugten Holzmaterials festzustellen und zu vergleichen.

In den Waldungen Deutschlands ist zwar die Standortsbeschaffenheit sehr wechselvoll. Die Waldbäume, die starke Wassermassen durch ihre Blätter verdampfen, finden nicht immer den ausreichenden Wassergehalt im Boden; den Baumhölzern mit tiefgehender Wurzelbildung mangelt die erforderliche Tiefgründigkeit und sehr oft wird die Durchlüftung des Bodens durch übermäßige Festigkeit oder übermäßigen Wassergehalt verhindert. Aber man kann trotzdem für die Vergleichung und Feststellung der Massen- und Wertproduktion genügende Anhaltspunkte gewinnen, indem man gewisse Standortskategorien ausscheidet. Man kann zunächst untersuchen: welche Holzgattungen produzieren die brauchbarsten Holzmassen, wenn der Standort normal beschaffen ist, d. h. wenn

---

der Massenerzeugung verschiedener Holzgattungen, die auf gleichem Boden, bei gleichem Lichtgenuß und bei sonst gleichen Verhältnissen erwachsen sind, übereinstimmt. Das scheint in der That, wie wir ad II, 2 in diesem Abschnitt sehen werden, bei der freiwüchsigen Erziehung der Waldbäume und der gleichmäßigen Ausnutzung des Wachs- und Bodenraums nicht ausgeschlossen zu sein. Allein bei der bisher fast ausschließlich gebräuchlichen Erziehung der Waldbestände im dichten Kronenschluß scheint die verschiedenartige Arbeit der Assimilationszellen im diffusen Lichte hervorragende Einwirkung zu haben — die Brennwertproduktion folgt nicht diesem ebenso einfachen, als großartigen Naturgesetz. Indessen hat die Brennstoffproduktion nicht die ausschlaggebende Bedeutung für den Waldbau. Und hinsichtlich der anderen Eigenschaften der Holzarten — namentlich der Dauer und Tragfähigkeit — scheint die vielleicht mehr dichte oder lockere Einlagerung des Stärkmehls in die Zellen bald ihre Wirkung zu verlieren. Die chemischen Metamorphosen, denen das Stärkmehl unterliegt (Glykose, Cellulose) nehmen wahrscheinlich bei verschiedenartigem, innerem Bau der Holzgattungen nicht den gleichen Verlauf und wenn die Verwesungs- und Fäulnißpilze die organische Substanz angreifen, so zerfallen die Moleküle der Rotbuche erfahrungsgemäß rascher, als die Moleküle der harzreichen Kiefer.

auch die anspruchvollsten deutschen Waldbäume ihre Wachstumskraft ungehindert entfalten können? Man kann zweitens fragen: wie verhalten sich die Waldbäume in ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit auf denjenigen Standorten, auf denen zwar alle deutschen Waldbaumgattungen wachsen, jedoch diejenigen Holzgattungen, die nach ihrer Natur einen geringeren Wasserverbrauch beanspruchen, relativ besser gedeihen, als die anspruchsvolleren Holzgattungen? Und endlich kann man untersuchen: welche Holzarten erübrigen für die trockenen, flachgründigen, die feuchten und nassen Standorte?

Bei diesen Untersuchungen kann man allerdings keinen direkten Gradmesser für das Produktionsvermögen des Waldbodens benutzen, der den Jahreszuwachs der verschiedenen Holzgattungen in ähnlicher Weise bestimmt, wie das Barometer den Luftdruck. Aber diese Produktionskraft spricht sich in den bisherigen Wachstumsleistungen der Waldbäume aus, die man in den vorhandenen Holzbeständen messen und vergleichen kann. Es ist nur nötig, als Grundlage dieser Vergleichung einen exakten, überall anwendbaren Maßstab, welcher dieser Vergleichung einen korrekten Ausdruck gibt, aufzusuchen.

Für die Ebenen, die Hügelländer und die Mittelgebirge findet man voraussichtlich den sichersten Maßstab im Jahreszuwachs der Kiefer (Haubarkeits-Durchschnittszuwachs geschlossener Bestände im 80. oder 100. Jahr), indem man ermittelt, welchen Jahreszuwachs die Buche, Eiche, Fichte, Tanne ꝛc. auf denjenigen Standorten liefert, auf denen die Kiefer 3, 4, 5, 6 Festmeter Jahreszuwachs hervorbringt. In den höheren Gebirgen bis hinauf zu den Alpenländern kann man die Fichte an die Stelle der Kiefer setzen, um den Wuchs der Buche und Weißtanne in den tieferen Lagen (unter 1000 m Meereshöhe) vergleichen zu können. Wenn diese Untersuchung sichere Ergebnisse geliefert hat, so ist offenbar weiter zu erforschen, wie sich diese Rohmassenproduktion hinsichtlich des Gebrauchswertes bei der Verwendung als Nutzholz oder als Brennholz verhält.

Man kann nicht bestreiten, daß diese Untersuchungen unerläßlich sind und zu allen Zeiten unerläßlich waren. Wir haben gesehen, daß zur Sicherstellung der günstigen Einwirkungen des Waldes auf das Klima, die Bewohnbarkeit und Fruchtbarkeit unseres Vater-

landes keineswegs bestimmte Holzgattungen zu bevorzugen sind. Wenn die Holznachzucht nicht nach den Wachstumsleistungen der Waldbäume geregelt worden wäre, so würde offenbar eine planlose und vernunftwidrige Waldwirtschaft in Deutschland entstanden sein. Wie würde man den akademisch gebildeten Landwirt verhöhnen, wenn er nicht zu sagen vermöchte, ob sein Feld beim Weizen- oder beim Kartoffelbau größere Erträge liefert?.

Man wird zunächst erwarten, daß die Forstwirte wenigstens die Ertragsleistungen der Holzgattungen hinsichtlich der Produktion an roher Holzmasse bei gleicher oder annähernd gleicher Standortsbeschaffenheit längst erforscht haben, denn lange Zeit hat man die Lieferung des höchsten Massenertrags als Daseinszweck des Waldbaues betrachtet. Wenn zur Begründungszeit der technischen Waldbenutzung ein engmaschiges Netz von vergleichungsfähigen Versuchsflächen über alle Forstbezirke Deutschlands in planmäßiger Anordnung ausgebreitet worden wäre, so würden wir heute, im Jahre 1884, sichere Anhaltspunkte gewonnen haben, um zu beurteilen, in welcher Rangordnung die anbauwürdigen Holzarten zunächst hinsichtlich der Rohstofferzeugung stehen. Auf gutem, mittelmäßigem und geringem Boden wären Flächen von gleicher Standortsbeschaffenheit, möglichst nebeneinander, auszuwählen; auf der einen Fläche wären Buchen, auf der anderen Fichten, auf der dritten Kiefern, auf der vierten und fünften Probefläche Mischbestände anzubauen.

Man hat diese planmäßige Nebeneinanderstellung vergleichbarer Versuchsflächen leider unterlassen. Aber auch ohne dieselbe ist im Walde häufig Gelegenheit geboten, zu beobachten, welche Holzmassen die Waldbäume, die man hauptsächlich zur Holzzucht benutzt, bis zum Haubarkeitsalter bei ähnlicher Standortsbeschaffenheit zu erzeugen vermögen und welche Unterschiede sich hierbei ergeben. In größeren Waldungen bedeckt selten eine und dieselbe Holzart die gesamte produktionsfähige Fläche; man sieht sehr häufig neben einander Fichten, Buchen, Kiefern, Tannen, Lärchen 2c. in reinen, (d. h. von ein und derselben Holzart gebildeten) oder fast reinen Beständen. Man darf sicherlich erwarten, daß die Forstwirte unausgesetzt bemüht waren, alle Anhaltspunkte, welche sich über den

Massenertrag der Holzgattungen im Walde gewinnen lassen, sorgsam zu sammeln und zu veröffentlichen. Es werden nicht nur Nachweisungen aus allen Teilen Deutschlands beigebracht worden sein, man wird auch nach diesem Verhalten die Holzarten für die Nachzucht ausgewählt haben. Die Forstlitteratur wird, so sollte man denken, eine Fülle von Messungen und Beobachtungen über die Wachstumsleistungen der Waldbäume unter vergleichungsfähigen Verhältnissen enthalten.

Wir werden diese Messungen und Beobachtungen gleich genau kennen lernen — die Ergebnisse sind leider kaum nennenswert. Die vielversprechenden Anfänge des Waldbaues, die wir im vorigen Abschnitt kennen gelernt haben, sind zwar im Anfang des 19. Jahrhunderts namentlich durch Georg Ludwig Hartig und Heinrich Cotta kräftig gefördert worden. Aber alsbald hat im deutschen Waldbau eine traurige Periode der Stagnation begonnen, die heute noch nicht aufgehört hat. Noch heute wird die Waldbaupraxis von einer gewissen Apathie hinsichtlich der Endziele der forstlichen Maßnahmen beherrscht. Die meisten Fachgenossen, welche die unten folgende scharfe Würdigung des Holzwuchses nach dem Gebrauchswert durchlesen, werden noch heute sagen: wozu soll sich der Forstmann mit diesen schwierigen und mühsamen Untersuchungen abquälen? „Man überlasse es der Natur, den Platz auszusuchen für die verschiedenen Bäume.“ Ich muß notgedrungen die Verwerflichkeit und Verkehrtheit derartiger Anschauungen eingehend erörtern.

Schon im ersten Abschnitt habe ich dargelegt, daß alle Gründe, welche man zur Rechtfertigung oder Beschönigung dieser Passivität der Forstwirte gegenüber den Zielpunkten ihres Berufs vorzubringen vermag, nichtig sind. Durchgreifende Naturgesetze regeln die Wachstumsleistungen der Waldbäume; es ist ein verderblicher Köhlerglaube, zu wähnen, daß zwischen Oertlichkeit und Holzwuchs stets wechselnde, geheimnisvolle und unergründliche Beziehungen obwalten. Man kann auch nicht sagen, daß der lange Zeitraum zwischen Aussaat und Ernte die Nachzucht von Holzgattungen rechtfertigt, die in ihren Leistungen für die Befriedigung des Holzverbrauchs der Bevölkerung auf einer niederen Stufe stehen. So lange Menschen leben und sich auf der Erde bewegen, so lange werden die dauer-

haftesten, tragfähigsten und brennkräftigsten Holzarten stets am meisten brauchbar bleiben. Wenn aber auch ein ungeahnter Wechsel der Verbrauchsanforderungen eintreten sollte — wer wird die Umsicht und Fürsorge der Forstwirte, welche unermüdlich die jeweils berechtigten vernunftgemäßen Zielpunkte dieses wichtigen Zweiges der Bodenkultur scharf ins Auge gefaßt und in allen Gauen Deutschlands verwirklicht haben, darum tadelnswert oder überflüssig, selbst nur minder rühmlich und verdienstlich nennen wollen?

Die Holzgattungen sind in ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit so überaus verschieden, daß schon in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts, wenn man die von Georg Ludwig Hartig begonnene Würdigung dieser Ertragsleistungen fortgesetzt und verschärft haben würde, die richtigen, noch heute maßgebenden Zielpunkte dieses Produktionszweiges täuschungs- und zweifelfrei zu Tage getreten sein würden.

Zur Beginnzeit der technischen Waldbenutzung stand die Brennstoffgewinnung an der Spitze der Wirtschaftszwecke. Fast die gesamte Bevölkerung war mit ihrem Brennstoffbezug (bis in die den Kohlengruben zunächst gelegenen oder mit denselben durch Wasserstraßen verbundenen Länderstriche) auf den Wald und die Torflager angewiesen. Man konnte nicht ahnen, daß vor der Erntezeit der damals angebauten Holzbestände die Holzfeuerung fast ganz verdrängt werden wird, daß die Verwendung fossiler Brennstoffe infolge Benutzung der Dampfkraft zum Massentransport das heutige Uebergewicht erlangen werde. Man hatte damals bei Auswahl der Holzarten für die Nachzucht die Heizwirkung der erzeugten Holzmasse in erster Linie zu berücksichtigen. Aber man verbrauchte das Holz auch vor Erbauung der Eisenbahnen nicht allein zur Wärmeerzeugung. Die Verwendungsfähigkeit als Bauholz, zu Brettern und Dielen, für den Schiffsbau, Wasserbau, Grubenbau, und für unzählige gewerbliche Zwecke war nicht minder beachtenswert. Hierfür müssen die Baumstämme nicht nur eine gewisse Länge und Stärke haben, es kommen auch die technischen Eigenschaften der einzelnen Holzgattungen, namentlich die Dauer, Tragkraft und Schwere und in zweiter Linie die Härte, die Biegsamkeit, die Spaltbarkeit, das Schwinden und Quillen in Betracht.

Das Rotbuchenholz, dessen Produktion die Forstwirte mit Vor-

liebe betrieben haben, ist sicherlich ein vortreffliches Feuerungsmaterial. Aber die Rotbuche wächst sehr langsam; sie ist in Bezug auf Bodenkraft eine anspruchsvolle Holzart und es ist heute noch zweifelhaft, ob sie in Bezug auf Erhaltung und Mehrung der Produktionskraft des Waldbodens den dunkelkronigen Nadelhölzern weit voran steht. Schon die oberflächlichste Forschung würde gezeigt haben, daß die Nadelhölzer — die lichtkronigen mit Bodenschutzholz — der Rotbuche auch bezüglich der Befriedigung des Brennholzverbrauchs weit voranstehen — ganz abgesehen von der Bau- und Werkholzgewinnung.

Aber die Nadelhölzer sind, so hat man unaufhörlich beteuert, von mannigfachen Gefahren bedroht. Man hat indessen die thatsächlichen Beschädigungen niemals festgestellt und in Vergleichung mit der Mehrproduktion der Fichte und Kiefer gebracht; wir werden unten (ad II. 4) näher nachweisen, daß der wirtschaftliche Effekt dieser Beschädigungen in der That nicht beachtenswert ist. Zudem verringern sich dieselben erfahrungsgemäß sehr wesentlich, wenn man die Nadelhölzer in Untermischung mit Laubholz aufwachsen läßt.

Immerhin konnte man im Beginn der forsttechnischen Benutzung unserer Waldungen den genannten Erwägungen und Befürchtungen eine weitgehende Berücksichtigung widmen. Aber bei einer Vergleichung der Leistungskraft unserer Waldbäume würde das Uebergewicht der Lärchen, Fichten, Tannen und Kiefern schwer in die Wagschale gefallen sein; man würde keinenfalls auf diese hervorragenden Produktionskräfte beim Anbau der fruchtbarsten Gebietsteile Deutschlands verzichtet haben. Georg Ludwig Hartig spricht sich in dieser Richtung unzweideutig aus (siehe unten ad II). Der Waldbau würde schon vor 80 und 100 Jahren gemischte Bestände in großer Ausdehnung gebildet haben. Man konnte hierdurch die Nutzholz- und die Brennholzzucht erfolgreich vereinigen und allen Gefährdungen vorbeugen. Die richtig bemessene und allseitige Durchstellung der Buchenverjüngungen mit Eichen, Fichten, Weißtannen und Kiefern (an geeigneten Orten auch Lärchen, Eschen, Ahorn, Ulmen ꝛc.) würde schon damals allgemeine Wirtschaftsregel geworden sein.

Man konnte es der Zukunft überlassen, aus diesen gemischten Beständen die für die Bildung des Haubarkeitsbestands nutz-

bringendsten Holzarten herauszusuchen. In den fruchtbarsten Gebietsteilen Deutschlands würde der Wert der Holzbestockung einige Milliarden mehr betragen, als heute.

Als aber der zunehmende Eisenbahnbau die heizkräftigen und an den Kohlenzechen sehr billigen Stein- und Braunkohlen den früheren Brennholzkonsumenten fast in allen Gegenden unseres Vaterlandes mit geringen Kosten zuführte und anderseits der Nutzholzverbrauch zu steigen begann, da würden die deutschen Forstwirte in verstärktem Grade ihre Zuflucht zu den gemischten Beständen genommen haben. Es war schon vor 30—40 Jahren zu erkennen, daß die Fortsetzung der Laubholzzucht, namentlich der Buchenzucht, die deutschen Waldungen entwerten würde. Auf Grund der damaligen Kohlenpreise und Transportkosten konnte man ziffermäßig nachweisen, daß zur fernen Erntezeit der damals begründeten Buchenbestände das Brennholz kaum noch den Wert des Arbeitslohnes beim Fällen und Zerkleinern haben kann*).

Die deutschen Waldungen waren so rasch als möglich einer

---

*) Ich habe diesen Nachweis wiederholt geführt, will aber wegen der Wichtigkeit desselben hier die Ziffern mitteilen. Seit 50 Jahren haben die Kohlenpreise an den Gruben zwischen 26 und 35 Pf. per Centner geschwankt, im Mittel sonach 30,5 Pf. Nach den vorliegenden Untersuchungen kann man annehmen, daß im großen Durchschnitt 5 Centner Steinkohle einen Festmeter gemischtes Laub- und Nadelbrennholz an Heizwert ersetzen werden. (Nach den sehr umfangreichen Untersuchungen der österreichischen Militärverwaltung kommen schon 4,09 Centner preußischer Steinkohlen und 3,64 Centner englischer Steinkohlen einem Kubikmeter weichen Holzes an Heizwert gleich.) Mittels des Silberpfennigtarifs transportieren die Eisenbahnen 5 Centner Steinkohlen auf eine Entfernung von 500 Kilometer (d. h. von Essen nach Berlin, Stuttgart, Nürnberg) mit einer Fracht von 2,75 Mark und mittels des Markpfennigtarifs mit einem Frachtsatz von 3,37 Mark. Der Preis für die Steinkohlenmenge, welche einen Festmeter Brennholz surrogiert, berechnet sich sonach für diese weite Entfernung, bei welcher die Kohlengruben mit der Lieferung zusammengreifen können, auf 4—5 Mark. Nun ist zu beachten, daß der Festmeter Brennholz 2—3 Mark Fällungs- und Zerkleinerungskosten beanspruchen wird. Was endlich den Landtransport betrifft, so wiegt ein Festmeter Holz lufttrocken durchschnittlich 12 Centner und wird sonach mindestens die doppelten Transportkosten, wie die äquivalente Kohlenmenge, beanspruchen. Die Verwendung des Brennholzes war somit lediglich eine Frage der Zeit; es war vorauszusehen, daß mit der Verdichtung des Eisenbahnnetzes und der Erfahrung der Konsumenten über den Heizeffekt des Holzes und der Kohle die Benutzung des Brennholzes aufhören wird.

einträglicheren Benutzung zuzuführen. Mit der zunehmenden Verwendung des Holzes als Bau-, Nutz- und Werkholz war die intensive Nutzholzzucht volkswirtschaftlich geboten — um so mehr, als bei einem Umschwung der Verbrauchsverhältnisse die Nutzleistung der mit Nadelholz reichlich gemischten Bestände für die Beheizung nicht geringer war, als die Nutzleistung des Laubholzes und durch diese gemischten Bestände Fürsorge für alle Eventualitäten getroffen werden konnte. Welchen Zweck konnte die vorherrschende Nachzucht der träg wachsenden und rasch faulenden Rotbuche — zumal in reinen Beständen und zur Bildung des Haubarkeitsbestands — noch haben?

Was ist bisher zur Anbahnung dieser naheliegenden und offenbar allein berechtigten Zielpunkte des Waldbaues geschehen? Wir müssen diese Gesichtspunkte voranstellen, wenn wir den heutigen Stand des Waldbaues richtig würdigen und die wunden Stellen, welche bei der Fortbildung desselben zunächst zu heilen sind, täuschungsfrei erkennen wollen.

I.

Der Einfluß der Standortsbeschaffenheit auf das Gedeihen der Waldbäume.

Für das Gedeihen der Waldbäume ist, wie wir im zweiten Abschnitt erkannt haben, ein ausreichender Wassergehalt im Boden erforderlich und dabei muß die Luft in entsprechender Weise in demselben cirkulieren können. Die Erdkrume darf nicht zu flach und nicht zu fest aufgelagert sein. Dem Walde muß die Bodendecke belassen und bei der Verjüngung der Humusvorrat möglichst erhalten werden.

In Deutschland findet man allerdings vielfach Standorte mit abnormer Beschaffenheit — außer den hohen Regionen der Gebirge und Alpenländer, wo die Krummholzkiefer heimisch ist und die Fichte nur kümmerlich vegetiert — nasse und sumpfige Lagen, Flugsandstrecken und Ortsteinboden. In den Tiefländern, den Vor- und Mittelbergen und den unteren Lagen der Hochgebirge sehen wir strichweise nicht nur trockene Sandebenen, verödete Kalkhügel, steinige und erdarme Abhänge, felsige und flachgründige

Bodenpartien, sondern auch Waldflächen, die durch intensive Streunutzung verangert und vertrocknet und verhärtet worden sind.

Zwar könnten wir die Länderstriche Deutschlands mit diesen traurigen Bodenverhältnissen bei der Wahl der anbauwürdigsten Holzarten, die uns in diesem Abschnitt zu beschäftigen hat, ohne tiefergehende Beachtung lassen. Denn diese Wahl ist nicht zweifelhaft. Sie beschränkt sich im wesentlichen, wenn der Boden sehr trocken, mager und flachgründig ist, auf den Anbau der Schwarzkiefer, der gemeinen Kiefer und die Begründung und Erhaltung des Eichenstockschlags. Die Fichte verlangt schon größeren Feuchtigkeitsgehalt in der obersten Bodenschicht. Und im Bruch- und Moorboden ist die Erle die vorherrschende Holzart.

Indessen will ich, um die Wahl der Holzarten allseitig zu beleuchten, das Verhalten derselben flüchtig betrachten, wenn Trockenheit, Flachgründigkeit oder Nässe abnorme Zustände des Waldbodens erzeugt haben.

Wenn der Wassergehalt des Bodens infolge Streunutzung oder Unkrautwuchs beträchtlich unter den Stand gesunken ist, den man gewöhnlich in geschlossenen Beständen mit geschonter Bodendecke findet oder durch die Bodenbeschaffenheit und Lage dieser Wassergehalt stets gering war und stets unzureichend bleiben wird, so nimmt die Produktion bei allen Holzarten ab. Aber diese Abnahme erfolgt keineswegs gleichmäßig. Während Buchen, Eschen, Ulmen, Bergahorn, Fichten, Weißtannen, Lärchen, auch Eichen (namentlich Stieleichen als Baumholz) alsbald ihren Höhen- und Stärkenwuchs sehr beträchtlich verringern, gedeihen Schwarzkiefern, gemeine Kiefern, Birken (vornehmlich Bet. pubescens), Aspen, Eichenstockschläge, Hainbuchen, Spitzahorn, Winterlinden (vornehmlich als Ausschlagholz) im Vergleich mit den zuerst genannten Holzarten besser, wenn auch ihr Längen- und Massenwuchs mit der zunehmenden Trockenheit des Bodens gleichfalls abnimmt.

Wenn anderseits der Wassergehalt des Bodens über den zuträglichen mittleren Stand steigt, so wachsen Erlen, Eschen, Aspen, Birken (namentlich Bet. alba), Ulmen, Hainbuchen und Spitzahorn in einem feuchten, die zuerst genannten Holzarten sogar in einem nassen Boden ungleich besser, als die

übrigen Waldbäume. Selbst die gemeine Kiefer erträgt stehende, gleichförmige Nässe besser, als die wasserbedürftige Fichte; sie wächst oft noch auf nassem Moor- und Torfboden, aber sie wird hier krüppelhaft.

Auch in Bezug auf die Erdkrume, die sie im Wurzelraum finden, sind die Holzarten nicht gleichmäßig in ihren Ansprüchen. Während die Fichte in Gemäßheit ihres Wurzelbaues mit einem flachgründigen Boden, wenn er nicht zu trocken ist, vorlieb nimmt, während für Hainbuchen, Birken und Aspen ein mittelmäßig tiefgründiger Boden genügt, fordern Weißtannen, Lärchen, Eschen, Ahorn und Schwarzerlen unbedingt einen tiefgründigen Boden. Auch die Eiche erwächst nur auf tiefgründigem Boden zu langschaftigem Baumholz, wenn sie auch auf flachgründigem Boden im Ausschlagbetrieb benutzt werden kann. Die Rotbuche vermag sich zwar einem flachgründigen Boden durch ihre Wurzelverbreitung anzupassen, allein die vollendete Ausbildung erreicht sie nur, wenn sie ihre Wurzeln tief in den Boden senken kann. Auch die Kiefer gedeiht noch auf flachgründigem Boden; aber sie wird hier stets kurzschaftig und krüppelhaft.

Die Betrachtung dieser selten vorkommenden, abnormen Bodenzustände hat indessen, wie gesagt, waldbaulich nicht die ausschlaggebende Bedeutung. Besonders wichtig ist dagegen das Verhalten der Baumholzgattungen auf einer etwas höheren Stufe der Bodengüte — auf den Standortsklassen, die man als „gering" bis „mittelmäßig" bezeichnet. Nicht überall findet man humusreiche, frische, lockere und tiefgründige Waldböden, welche alle Baumhölzer zur vollen Entfaltung ihrer Wachstumskraft befähigen. Sehr viele Waldflächen sind weder sehr naß, noch sehr trocken; sie besitzen einen mäßigen Humusgehalt und eine mäßige Tiefgründigkeit. Zwar sind die Baumholzgattungen, die wir später als die ertragsreichsten kennen lernen werden, — die Lärchen, Fichten, Weißtannen, Kiefern, Eichen ꝛc, — anbaufähig, aber nicht im gleichen Maße anbauwürdig, weil die Holzgattungen, die von Natur aus einen geringeren Wasserverbrauch und eine eigenartige Wurzelbildung haben, leichter einen Vorsprung gegenüber den Holzgattungen, denen ihre Organisation eine gleich

weit gehende Anpassung an die Bodenbeschaffenheit nicht gestattet, gewinnen.

Welches Verhalten zeigen die Waldbäume, wenn sie auf derartigen Standorten nebeneinander wachsen? Ich finde leider in der mir vorliegenden Forstlitteratur nur allgemeine, kaum benutzbare Anhaltspunkte zur Beantwortung dieser Frage. Nach denselben und nach den unter den verschiedenartigsten Waldverhältnissen gesammelten Erfahrungen des Verfassers kann man annehmen, daß die Holzarten, wenn der Waldboden nicht den ausreichenden Feuchtigkeitsgehalt verspricht, etwa in folgender Reihenfolge gedeihen werden. In erster Linie steht die Schwarzkiefer, die gemeine Kiefer und der Stockausschlag der Traubeneiche. Hierauf folgt (in hohen freien, gegen kalte Winde geschützten Lagen) die Lärche, alsdann die Fichte, die Weißtanne, die Hainbuche (als Stockausschlag), die Rotbuche, die Traubeneiche (als Baumholz) und endlich die Stieleiche. Aber diese Rangordnung wird vor allem durch die Höhe und die Lockerheit des benutzbaren Wurzelbodenraums abgeändert. So gedeiht namentlich die Weißtanne in einem an der Oberfläche vertrockneten, aber nach unten kräftigen Boden besser, als die flachwurzelnde Fichte. Auf einem flachgründigen Boden gedeiht bei gleichem Wassergehalt die Fichte relativ besser als die Kiefer, während auf einem in der Oberfläche trockenen, aber lockeren und tiefgründigen Boden (z. B. Diluvialsand ohne Grundwasser) das umgekehrte Verhalten eintritt. Die Hainbuche als Stockausschlag gedeiht nicht nur auf schweren, zähen Böden (Thon &c.), sondern auch auf trockenen Bergabhängen (Kalk &c.). Wenn sie auch sauren Boden vermeidet, so kommt sie doch an dem Rand der Brücher noch fort. Auch der Lichtgenuß ist nicht ohne Einfluß; bei sonst gleichen Eigenschaften des Bodens — namentlich hinsichtlich der Wasserversorgung — werden die lichtbedürftigen Eichen, Kiefern &c. in den sonnigen Lagen besser gedeihen, als auf den Nord- und Ostseiten.

Die übrigen forstlich (wenn auch untergeordnet) beachtenswerten Holzarten kann man nach ihren Ansprüchen an den Wassergehalt des Bodens nicht genau klassifizieren. Die Beobachtung im Walde dürfte an folgende Rangordnung anknüpfen und dieselbe nötigenfalls berichtigen. Auf den trockensten Böden gedeihen relativ

am besten: die oben genannten Schwarzkiefern, hierauf Birken, Weymouthskiefern, Aspen (Birken und Aspen vertragen aber auch einen feuchten Boden). Die übrigen im Walde mit größerer Verbreitung vorkommenden Holzarten werden ungefähr die folgende Rangordnung im Gedeihen von den trockenen zu den feuchten Standorten zeigen: Bergahorn, Spitzahorn, Ulmen, Eschen, Weiß- und Schwarzerlen.

In einem sehr großen Teile der deutschen Waldungen finden indessen die Waldbäume, welche die Schöpfung mit einer hervorragenden Leistungskraft für die menschlichen Verwendungszwecke ausgestattet hat, genügende Feuchtigkeit, Tiefgründigkeit, Lockerheit und Humushaltigkeit, um ihre volle Wachstumskraft zu entfalten. Nicht nur für die eben betrachteten mittleren und geringen Bonitätsstufen, sondern vor allem für die fruchtbaren Gebietsteile unseres Vaterlandes war der Holzanbau durch eine genaue Bemessung und Vergleichung der nachhaltigen Wertproduktion, welche die örtlich wählbaren Holzgattungen bisher hervorgebracht haben, zu regeln.

II.

Die Wertproduktion der Waldbäume bei gleicher Standortsgüte.

In der Einleitung dieses Abschnittes haben wir die Aufgaben, welche die Forsttechnik zu erfüllen hatte, wenn in Gemäßheit der genannten physikalischen Eigenschaften des Bodens verschiedene Holzgattungen wahlfähig sind, hinreichend gekennzeichnet. Man hatte vor allem — da planmäßig angelegte ständige Versuchsflächen mangeln — in allen Forstbezirken sorgfältig zu untersuchen, ob an irgend einem Orte nebeneinander Fichten, Buchen, Eichen, Kiefern, Lärchen rc. in reinen Beständen unter gleichen oder nahezu gleichen Standortsverhältnissen aufgewachsen waren. Man hatte schon im Anfang des 19. Jahrhunderts genügende Hilfsmittel, um die Produktion messen und vergleichen zu können. Seit mehr als hundert Jahren sind die Holzbestände in nahezu gleichartiger Weise erzogen worden — mit strenger Erhaltung des Kronenschlusses und Ent-

fernung der übergipfelten und überwachsenen Stangen und Stämme, nachdem dieselben aufgehört hatten, das Wachstum des dominierenden Bestands zu beeinflussen. Man würde sicherlich bei der erforderlichen Umschau vergleichbare Bestände in genügender Zahl gefunden haben, um zu erforschen, welchen Rohstoffertrag die Fichten, Eichen, Tannen, Lärchen ꝛc. auf einem Boden im großen Durchschnitt liefern, auf dem Kiefern im Mittel 2, 3, 4, 5 .. Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs bis zum 80- oder 100-jährigen Bestandsalter per Jahr produzieren.

Die Forstwirtschaft durfte sich jedoch selbstverständlich nicht darauf beschränken, die Waldprodukte lediglich mit der größten Menge der Konsumtion darzubieten. Indem die Forstwirte die herkömmliche Bewirtschaftungsart des Hochwaldbetriebs beibehalten und namentlich den Waldbäumen eine sehr lange Reifezeit gestattet haben, haben sie offenbar geglaubt, Baumhölzer gewinnen zu können, welche die größte Güte für den Gebrauch haben. Es wird somit bekannt geworden sein, welche Rangordnung im Gebrauchswert das Holz der Eiche, Kiefer, Fichte, Buche ꝛc. bei der Verwendung zu Brettern, zu Dielen und Bohlen, zu Bau- und Werkholz, zum Gruben- und Schiffsbau, zu Eisenbahnschwellen ꝛc. und für die Beheizung der Zimmer- und Kochherde u. s. w. hat. Denn die Tragkraft, die Dauer, die Brenngüte ꝛc. der Holzarten und Holzsorten läßt sich nicht nur experimentell feststellen, diese Eigenschaften der Hölzer lernt man auch durch die Erfahrung kennen.

1) Die Rohstoffproduktion der Waldbäume.

Paulsen, Georg Ludwig Hartig, Heinrich Cotta, die badischen Forstbeamten, Theodor Hartig, Burckhardt, Robert Hartig, Baur, Kunze, Weise, Schuberg, Lorey, Wimmenauer u. a. haben die prädominierenden Holzmassen, die man in regelmäßigen Buchen-, Eichen-, Fichten-, Kiefernbeständen ꝛc. mit sehr verschiedenen Mengen findet, aufgenommen. Aber die Ergebnisse dieser Messungen sind leider für unseren Zweck zumeist wertlos, weil den aufgestellten Ertragstafeln eine genaue Bestimmung und Vergleichung der Standortsgüte mangelt. Mit seltenen Ausnahmen sind die Einzelaufnahmen, nachdem sie nach dem Gefühl ergänzt und kombiniert waren, in gewisse Klassen ausgeschieden worden. Der eine hat zwei, der andere drei, der dritte fünf, Cotta sogar zehn Klassen

angenommen. Aber offenbar entstammt die Buchenklasse, oder die Eichenklasse, die man mit III oder IV bezeichnet hat, einer ganz anderen Standortsgüte, als die mit gleichen Ziffern bezeichnete Kiefernklasse, denn die genannten Laubhölzer bestocken in Deutschland vorherrschend den kräftigeren Boden. Der Boden, der Buchenerträge hervorbringt, die man zur zweiten Klasse gerechnet hat, wird vielleicht Fichtenerträge liefern können, die man zur ersten Fichtenklasse eingereiht hat, weil den Fichten im Untersuchungsgebiet durchgängig geringere Standorte zugewiesen worden sind, als den Rotbuchen.

Die bisher veröffentlichten Ertragstafeln sind — mit zwei, gleich zu betrachtenden Ausnahmen — für den wichtigsten Zweck des deutschen Waldbaues fast völlig wertlos. Man hat die Fundamentierung der Ertragsuntersuchungen nach dieser Richtung unterlassen, indem man versäumt hat, den Zuwachs der nebeneinander auf ein und demselben Boden und in gleicher Lage wachsenden Holzbestände verschiedener Gattung zu messen. Man gewinnt, wenn man die bisherigen Ertragsangaben zusammenstellt, unbrauchbare Ziffern (siehe die Tabelle S. 102).

Ungleich höheren Wert haben die vergleichenden Untersuchungen Robert Hartigs. Derselbe ermittelte im braunschweigischen Unterharz (Oberforst Hasselfelde) den Wachstumsgang der Fichten- und Buchenbestände. Die Fichtenbestände, welche zur ersten Standortsklasse gerechnet wurden, stimmten in der Bodengüte genau überein mit den Buchenbeständen, welche zur zweiten Standortsklasse gezählt wurden. R. Hartig konnte dieses Verhalten sicher konstatieren, weil sich in zwei Revieren „eine Reihe von zum Teil unmittelbar an die untersuchten Fichtenbestände erster Standortsklasse angrenzenden Buchenbestände (II. Kl.), welche unzweifelhaft demselben Standort angehörten, wie jene“ fanden. Durch die (auch auf diesem Gebiete hervorragenden) Forschungen Robert Hartigs kann man nunmehr wenigstens die Produktivität der Rotbuche und Fichte auf einem Boden, auf welchem der geschlossene Buchenbestand 4,6 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs im 80. Jahre hervorzubringen vermag, vergleichen. Setzt man die Haubarkeitsmasse der Rotbuchenbestände = 1,00, so liefern die Fichtenbestände dominierende Holzmassen (also exkl. Zwischennutzungsertrag) im folgenden Verhältnis:

Wenn der Haubarkeits-Massenertrag der Rotbuchenbestände im 80. Jahre 1,00 ist, so ist der Haubarkeits-Massenertrag der unten genannten Holzarten im 80. Jahre und in geschlossenen Hochwaldsbeständen:

Standortsklasse.	Fichten.					Kiefern.				Weißtannen.		Lärchen.	Eichen.				Birken.	Hainbuchen.	Erlen.	
	G. L. Hartig.	Cotta.	Baden.	Burckhardt.	Baur.	G. L. Hartig.	Cotta.	Baden.	Burckhardt.	Cotta.	Baden.	Cotta.	G. L. Hartig.	Cotta.	Baden.	Burckhardt.	Cotta.	Baden.	G. L. Hartig.	Cotta.
I. Sehr gut.	—	1,73	1,76	1,46	1,33	—	1,81	1,28	1,13	1,75	1,52	1,81	—	0,95	—	0,95	1,08	—	—	1,54
II. Gut.	2,25	1,71	1,65	1,48	1,36	1,33	1,80	1,71	1,05	1,73	1,42	1,82	0,86	0,97	1,00	0,99	1,06	0,83	1,46	1,56
III. Mittelmäßig.	2,07	1,66	1,69	1,40	1,33	1,32	1,75	1,84	0,88	1,70	1,66	1,87	—	1,01	1,46	0,95	1,02	0,95	—	1,32
IV. Gering.	1,61	1,49	1,03	1,31	1,20	—	1,63	—	0,77	1,59	1,59	1,98	—	1,13	—	0,98	0,88	—	—	1,27

Bestandsalter.	Rotbuche.	Fichte.
40. Jahr	1,00	3,58
50. „	1,00	2,60
60. „	1,00	2,00
70. „	1,00	1,93
80. „	1,00	1,91
85. „	1,00	2,00

Die produzierte Gesamtmasse (Haubarkeits- und Zwischennutzungsertrag) steht im folgenden Verhältnis:

Bestandsalter.	Rotbuche.	Fichte.
40. Jahr	1,00	3,77
50. „	1,00	3,09
60. „	1,00	2,42
70. „	1,00	2,31
80. „	1,00	2,28
85. „	1,00	2,24

Zweitens hat Wimmenauer in Lich neuerdings, „um zu einem vergleichenden Urteil über die Rentabilität der verschiedenen Hochwaldbetriebsarten in der Provinz Oberhessen zu gelangen", eine Anzahl charakteristischer Bestände in den fürstlich Solmsischen Revieren Lich und Hohensolms ausgewählt und aufgenommen. Zunächst vergleicht derselbe drei 50—54jährige Fichtenbestände mit zwei nahegelegenen Buchenbeständen gleichen Standorts, die 50 und 46 Jahre alt sind. Für das mittlere Alter von 50 Jahren stellt sich das Produktionsverhältnis der prädominierenden Stämme wie 1,00 : 2,99, somit noch günstiger, als im Harz. Die Berechnung für das 100. Jahr (Verhältnis 1,00 : 1,92) stützt sich auf Annahmen über den ferneren Wachstumsgang der Buchen- und Fichtenbestände, die noch der näheren Bestätigung bedürfen.

Wimmenauer vergleicht hierauf einen 80jährigen Kiefernbestand auf dem besten Standort des Reviers mit den 80jährigen Buchenbeständen erster Bonität und bestimmt das Verhältnis der Haubarkeitsmassen auf 1,00 : 1,25. Es fragt sich indessen immerhin, ob die Einschätzung der Wachstumsklasse ganz genau ist. In den weiter zur Vergleichung gebrachten Kiefernbeständen, die jedoch schwach mit Buchen (17 und 21 % der Stammgrundfläche) gemischt sind, wird das Verhältnis

1,00 : 1,37 und
1,00 : 1,45

gefunden, allerdings werden auch hier wieder die Bonitätsklassen für die Buchen nach dem Höhenwuchs der eingesprengten Buchen eingeschätzt.

Wimmenauer vergleicht ferner einen 75jährigen, mit Fichten und Lärchen schwach (3,6 % der Stammgrundfläche) gemischten Buchenbestand mit einem Fichtenbestand, welcher die Höhe der eingewachsenen Fichten haben würde, somit auf ähnliche Bonität schließen ließe. Hierbei stellt sich das Verhältnis der prädominierenden Holzmasse wie 1,00 : 1,81.

Endlich wird die Holzproduktion eines gemischten Bestandes (von der Stammgrundfläche sind 51 % Kiefern, 36 % Buchen und 10 % Tannen, Fichten und Eichen) mit der Holzproduktion eines reinen Buchenbestands verglichen und auf 1,00 (Buchen) zu 1,16 (gem. Bestand) festgestellt, jedoch wieder mit Einschätzung der Buchenertragsklasse nach dem Höhenwuchs der frei erwachsenen Buchenhorste. Das Produktionsverhältnis des gemischten Bestands zur reinen Fichtenbestockung wird in derselben Weise auf 1,00 : 1,50 bestimmt.

Weitere Untersuchungen, die auf gleichem Standort vorgenommen worden sind, liegen meines Wissens bezüglich der im Kronenschluß erwachsenen Hochwaldbestände nicht vor. Die Durchschnittsertragstafeln, die König veröffentlicht hat, und die Durchschnittssätze, welche man bei der Waldbonitierung in Hannover verwendet, sind nicht beweisfähig, weil sie jedenfalls auf Einschätzung der Standortsgüte beruhen. Man kann es nach dem heutigen Stande des Forschungswesens auf forstlichem Gebiete lediglich als wahrscheinlich bezeichnen, daß die Fichte mindestens den doppelten und die Kiefer etwa den anderthalbfachen Haubarkeits-Massenertrag der Rotbuche in geschlossenen Hochwaldbeständen bei gleicher Standortsgüte produzieren wird.

Auch über das Ertragsverhältnis zwischen dem Hochwaldbetrieb und dem Mittelwald-, Niederwald-, Femelwaldbetrieb ꝛc. liegen beweisfähige Untersuchungen nicht vor. Man hat lange Zeit angenommen, daß die Massenproduktion im Hochwaldbetrieb viel größer sei, als im Mittelwaldbetrieb. Jedoch lassen die statistischen Mitteilungen, welche über den Zuwachs und Abgabesatz der badischen Hoch- und Mittelwaldungen in neuerer Zeit mitgeteilt worden sind, auch die gegenteilige Annahme zu. Aber diese großen Durchschnittssätze, welche die mannigfachsten Bestockungszustände im Hoch- und Mittelwalde umfassen, sind offenbar nicht beweisfähig.

Ueber die Massenproduktion der Waldbäume im freien Stande hat der Verfasser vergleichende Untersuchungen vorgenommen, jedoch konnte auf gleichem Standort nur die Produktion der Fichte und Kiefer ermittelt werden.

Auf dem bindenden Lehmboden des südwestlichen Steigerwaldes, auf dem geschlossene 80jährige Fichtenbestände einen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von etwa 5 Festmeter Grobholz per Hektar haben werden, produzieren die freistehenden Stämme:

	60. Jahr.	70. Jahr.	80. Jahr.	90. Jahr.	100. Jahr.
Fichten	0,578	0,833	1,151	1,470	1,809
Kiefern	0,960	1,309	1,703	2,010	2,373

Festmeter Derbholz (Grobholz).

Hiernach scheint die Kiefer der Fichte im freien Stande weit in der Massenproduktion überlegen zu sein. Leider kann die Frage, ob auf diesem Boden die Kiefer auch in geschlossenen Beständen einen größeren Jahreszuwachs erreichen wird als die Fichte, nicht sicher beantwortet werden, da der vergleichungsfähige Kiefernbestand im Jahre 1868 durch Schneedruck stark beschädigt wurde. Sie scheint indessen auf sehr fruchtbarem und tiefgründigem Boden der Fichte nicht nachzustehen.

Die wichtigste Frage des Waldbaues, deren Entscheidung unleugbar das Fundament dieses Produktionszweiges zu bilden hatte, ist somit unendlich weit von ihrer Lösung entfernt. Die kläglichen Ergebnisse der bisherigen Untersuchung und Vergleichung, die wir verzeichnen konnten, beweisen, daß diese Fundamentalfragen von der Forstwirtschaft, obgleich Georg Ludwig Hartig (wie wir später sehen werden) sehr eindringlich die Beachtung derselben empfohlen hatte, kaum gewürdigt worden sind. Ueber welche herrlichen Anhaltspunkte würden wir heute verfügen, wenn das oben geforderte dichte Netz von vergleichungsfähigen Versuchsflächen über alle deutschen Waldungen ausgebreitet worden wäre, wenn man nur die vergleichungsfähigen Bestände, die sich thatsächlich in den deutschen Waldungen finden, sorgsam aufgesucht und den Zuwachsgang annähernd genau ermittelt haben würde.

2) Der Gebrauchswert der Rohstoffproduktion und die Gesamtleistung der Waldbäume.

Untersuchungen über die Brennkraft, Dauer, Elastizität, Festigkeit, Dichtigkeit, Härte 2c. des Holzes haben u. a. Duhamel du Monceau, Chevandier und Wertheim, Georg Ludwig Hartig, Theodor Hartig, Werneck, Brix und vor allem Nördlinger vorgenommen. Es hat sich hierbei herausgestellt, daß fast alle diese technischen Eigenschaften des Holzes in bestimmten Beziehungen zum specifischen Gewicht stehen; jedoch sind so viele Ausnahmen konstatirt worden — und zwar gerade für die wichtigsten Waldbäume —, daß eine Regelung des Holzanbaues nach Maßgabe des Trockengewichts, welches die anbaufähigen Waldbäume auf den verschiedenen Stand-

orten während eines gleichen Wachstumszeitraums zu produzieren vermögen, leider nur bedingungsweise durchführbar erscheint.

Was zunächst die **Brennkraft** betrifft, so ist das specifische Gewicht allerdings ein allgemeiner Maßstab für die Heizwirkung der Holzarten, jedoch nur genau für ein und dieselbe Holzart bezüglich der durch das Alter, den Standort ꝛc. verursachten Verschiedenheiten. Im übrigen hat das schwere Eichenholz eine geringere und das harzreiche Nadelholz eine größere Brennkraft, als dem Gewicht entsprechen würde.

Für die Kochwirkung sind die Ergebnisse, welche Georg Ludwig Hartig ermittelt hat, relativ am meisten maßgebend. Für die Holzarten, welche zur herrschenden Holzbestandsbildung in unseren Waldungen befähigt sind, stellt sich das Kochwertverhältnis für gleiche Raummenge wie folgt:

a. Rotbuchen, 120—160jähriges Stammholz		1,00
„ 50— 80 „ Scheitholz		1,01
„ 25— 30 „ Prügelholz		0,99
b. Eichenstammholz, 120jährig	. . . . . .	0,92
c. Fichten, 100jähriges Stammholz	. . . . .	0,79
d. Kiefern, 120jährig, sehr harzreich	. . . .	0,99
„ 110jähriges Stammholz	. . . .	1,00
„ 20 „ „	. . . .	0,68
e. Weißtannen, 120jähriges Stammholz	. . .	0,70
f. Hainbuchen, 100jähriges Stammholz	. . .	1,05
g. Lärche, 70jähriges Stammholz	. . . . .	0,81

Für die Erwärmung der Zimmer ergibt sich, wenn man gleiche Trockenvolumen vergleicht, nach Theodor Hartig das folgende Verhältnis:

a. Rotbuchen, 120—160jähriges Stammholz	.	1,00
„ 50— 80 „ Scheitholz	.	1,03
„ 25— 30 „ Prügelholz	.	1,07
„ Reiserholz	. . . .	0,90
b. Eichen, 120jähriges Stammholz	. . . . .	0,87
„ 35 „ Prügelholz	. . . . .	0,90
c. Fichten, 100jähriges Stammholz	. . . . .	0,90
d. Kiefern, sehr harzreiches Stammholz	. . .	1,16
100jähriges Stammholz	. . . .	0,77

20jähriges Stangenholz	0,48
Astholz von 120jährigen Stämmen	0,55
e. Weißtannen, 120jähriges Stammholz . . .	0,58
f. Hainbuchen, 100jährig	0,97
g. Lärchen, 60jähriges Stammholz	0,87

Die geringsten Ziffern für die Heizwirkung des 100jährigen Fichten- und Kiefernstammholzes sind in diesen Ermittelungen 0,77 und 0,79, während das Lärchenholz zwischen 0,81 und 0,87 steht.

Brix bestimmte durch sehr umfangreiche Versuche folgendes Brennwertverhältnis per Raummeter bei mittlerem Wassergehalt:

80jähriges Rotbuchenstammholz	1,00
100 „ Hainbuchenstammholz	1,01
300 „ Eichenstammholz	1,04
200—300jähriges Kiefernstammholz, sehr harzreich .	0,99
45—50 „ „	0,85

Nach den Untersuchungen der österreichischen Salinen ist per Raummeter anzunehmen:

120—160jähriges Rotbuchenstammholz	1,00
100 „ Fichtenstammholz	0,79
80 „ Weißtannenstammholz	0,66

Grabner hat die folgenden Verhältniszahlen per Raummeter gefunden:

120—160jähriges Rotbuchenstammholz	1,00
100 „ Hainbuchenstammholz	1,00
120 „ Eichenstammholz	1,10
100 „ Kiefernstammholz	0,73
60—70 „ Lärchenstammholz	0,90
100 „ Fichtenstammholz	0,85
120 „ Weißtannenstammholz	0,82

Man wird sonach sehr niedrig greifen, wenn man als Brennkraft des Fichten- und Kiefernstammholzes 75 % des Buchenstammholzes annimmt. Für das Lärchenstammholz wird man 80—90 %, für das Weißtannenstammholz 60—70 %, für das Stammholz der Hainbuche 100—105 %, für das der Birke 85—90 %, für das der Erle 60—70 %, für das der Aspe 60—70 % vom Brennwert des Buchenstammholzes im Mittel annehmen können.

Die *gesamte Brennstoffproduktion der Holzgattungen auf gleich großer und gleich guter Bodenfläche* läßt sich immerhin nur annähernd genau bestimmen. Ueber den Ertrag der Weißtanne, Lärche, Eiche, Birke und Erle in reinen Beständen und das Verhältnis dieses Ertrags zum Ertrag der

reinen Fichten-, Kiefern- und Buchenbestände liegen uns sichere Anhaltspunkte nicht vor. Man kann nur die reinen und im Kronenschluß aufgewachsenen Fichten-, Kiefern- und Buchenbestände auf Grund der oben ermittelten Verhältniszahlen vergleichen. Es ist, wie wir gesehen haben, wahrscheinlich, daß die Fichte in geschlossenen Beständen mindestens den doppelten und die Kiefer mindestens den anderthalbfachen Massenertrag der Rotbuche liefert. Es würde sich sonach die Leistungskraft dieser Holzarten für Heizzwecke annähernd wie folgt verhalten:

Buche . . 1,00
Kiefer . . 1,13
Fichte . . 1,50

Für die Vergleichung der Brennstoffproduktion, welche die Holzgattungen im freien Stande auf gleicher Fläche zeigen — wenn der Wachsraum und die Bodenfläche durch einen entsprechenden Stand der freiwüchsigen Waldbäume gleichmäßig benutzt wird — sind nur die 1877—1882 veröffentlichten Untersuchungen des Verfassers einigermaßen benutzbar. Der Verfasser untersuchte die Rotbuchen im Bezirk Urspringen und Holzkirchen und die Fichten und Kiefern in den Revieren Castell und Rüdenhausen; der Boden in Holzkirchen wird mit dem Boden in Castell und Rüdenhausen in der Ertragskraft nahezu übereinstimmen. Bei der Stellung, welche der Kronenverbreitung angemessen ist, produzierten die freiwüchsigen Buchen, Fichten und Kiefern im 80. Jahre folgende Massen per Hektar und Jahr:

Rotbuchen 7,02 Festmeter
Fichten 9,13 „
Kiefern 9,11 „

Wendet man zur Bestimmung der Brennstofferzeugung den oben ermittelten, allerdings etwas zu niedrig gegriffenen Satz von 0,75 des Buchenholzes auf das Fichten- und Kiefernholz an, so ergibt sich das folgende Verhältnis:

Rotbuche 100,0
Fichte 97,4
Kiefer 97,3

Es scheint sonach Gleichgewicht zu herrschen. Die zurückbleibende Brennstoffproduktion der Rotbuche in geschlossenen Beständen

gegenüber der Brennstoffproduktion der Fichte und Kiefer ist, wie man vermuten darf, dadurch verursacht worden, daß im diffusen Lichte die gleiche Wasserverdunstung der Rotbuche eine viel geringere Brennstoffbildung bewirkt, als bei der Fichte und Kiefer (cf. Note im Eingang dieses Abschnitts).

Was zweitens die Gebrauchsfähigkeit der Rohmasse verschiedener Waldbäume als **Bau-, Werk- und Nutzholz**, d. h. für den Häuserbau, Schiffsbau, Grubenbau, zu Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen, Hopfenstangen &c., überhaupt für die mannigfachen gewerblichen und industriellen Zwecke betrifft, so nehmen auch hier wieder diejenigen Eigenschaften, welche den Bauwert der Zimmerhölzer und vieler sonstiger Nutzhölzer vorzugsweise bestimmen, mit dem specifischen Gewicht zu und ab — die Dauer nur bei ein und derselben Holzart. Aber auch hier sind wieder Ausnahmen namentlich bezüglich des Buchenholzes zu konstatieren. Das Buchen- und Erlenholz ist sehr brüchig und als Tragholz gar nicht verwendbar; vielmehr sind die tragkräftigsten Holzarten: Eichen, Eschen, Fichten, Weißtannen und verwendbar ist noch mageres Kiefernholz, Lärchen- und Aspenholz. Das Buchenholz hat nur ganz im Trockenen und unter Wasser und das Erlenholz nur unter Wasser Dauer, obgleich das Buchenholz auch im Trockenen vom Wurmfraß am erheblichsten unter allen Holzarten heimgesucht wird und unter Wasser das Eichenholz, das harzreiche Lärchenholz des Hochgebirges, selbst das Kiefernholz vorzuziehen ist. Die dauerhaftesten Holzarten sind, wenn man die Verwendung bei wechselndem Einflusse von Nässe und Trocknis voraussetzt: Eichen, Lärchen und Kiefern (namentlich harzreiche und feinringige Lärchen und Kiefern), Akazien und Schwarzkiefern. Dauerhaftes Holz besitzen Fichten (namentlich harzreiche Fichten), Tannen, Ulmen. Dagegen besitzen geringe Dauer und sind meistens nur im Trockenen, teilweise (wie Buchen und Erlen) auch unter Wasser zu verwenden: Buchen, Hainbuchen, Eschen, Ahorn, Erlen, Birken, Aspen, Linden, Pappeln, Weiden, Hasseln, Weymouthskiefern und die auf fettem Boden im Kronenschluß rasch aufgewachsenen, breitringigen, nicht harzreichen Fichten und Kiefern.

Die übrigen technischen Eigenschaften der Holzarten (Härte,

Biegsamkeit, Spaltbarkeit, Schwinden und Quillen) kommen für die Gebrauchsfähigkeit nur sehr untergeordnet in Betracht. (Die verschiedene Härte und Spaltbarkeit der Holzarten hat Einfluß auf die Bearbeitungskosten, die Biegsamkeit oder vielmehr Zähigkeit ist für die Stuhlfabrikation, die Anfertigung von Schachteln, Rechen, Wieden u. s. w. beachtenswert und bezüglich des Schwindens und Quillens stehen Linden, Rotbuchen, Hainbuchen, Birken und Erlen auf den höchsten Stufen.)

Man kann sonach sagen: Für die Nutz- und Werkholzzucht konnte in der Hauptsache die Wahl nur schwanken zwischen Lärchen, Fichten und Tannen, Kiefern, Eichen, wenn auch an geeigneten Orten Eschen und Ahorn (zu Möbeln häufig verwendet), Birken, Erlen, Linden rc. anzubauen und beizumischen waren. (Ueber die wahrscheinlich sehr leistungsfähige Weymouthskiefer sind die Erfahrungen noch nicht vollständig.)

Die engere Wahl würde, wenn man die Gesamtproduktion an Nutzwerten lediglich nach der Tragkraft beurteilen dürfte, der Massenproduktion zu folgen haben. Denn es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die Holzarten, die auf der höchsten Stufe der Massenproduktion stehen, die Lärchen, Fichten, Kiefern und Tannen, mit ihrer Tragkraft für die gewöhnlichen Verwendungszwecke ausreichen werden. Im Hinblick auf die Tragkraft braucht man die leistungsfähige, aber sehr langsam wachsende Eiche nicht (die Esche steht in der Tragkraft der Eiche nahe).

Aber wir haben bei dieser engeren Wahl nicht nur die Tragkraft, wir haben auch die Dauer der Hölzer mit dem Massenertrag zu vergleichen. Zu dieser Bemessung fehlen allerdings genaue und sichere Angaben; jedoch kann man nach den Untersuchungen der Eisenbahnverwaltungen über die Dauer der Holzschwellen, die durch ihre Lage besonders der Fäulnis ausgesetzt sind, annehmen, daß das Verhältnis der Dauer sich stellt:

Fichten . .	1,00
Kiefern . .	1,60
Eichen . .	2,80

Berücksichtigt man das Verhältnis im Massenertrag zwischen Kiefern und Fichten (etwa 1,5 : 2,0), so würde die Kiefer auf höherer

Stufe der Leistungsfähigkeit bezüglich der Dauer stehen, als die Fichte — indessen läßt sich dieses Verhältnis nicht genau beurteilen. Und da die Eiche ungefähr die Hälfte des Massenertrags der Fichte gewähren wird, so würde der Wertertrag der Eiche am höchsten stehen. Wenn man sonach der wirtschaftlichen Leistungskraft der drei Holzarten lediglich nach der Dauer des Holzes einen abstrakten Ausdruck geben dürfte, so würde derselbe etwa lauten:

Fichte . . 1,00
Kiefer . . 1,20
Eiche . . 1,40

Allein es ist zu beachten, daß keineswegs die Verwendung des Holzes als Schwellen für den Bahn- und Häuserbau, überhaupt in abwechselnder Nässe und Trockenheit, die Anbauwürdigkeit der Holzgattungen in erster Linie bestimmt. Man hat zu bedenken, daß das beständig billiger werdende Eisen, der Häuserbau mit Bausteinen 2c. die Verwendung des Holzes für die genannten Zwecke immer mehr in den Hintergrund drängen wird, während der Bretterverbrauch, die Benutzung zu Bauholz, welches lediglich im Innern der Häuser 2c. Verwendung findet, schon jetzt die Hauptzweige des Holzkonsums bilden. Lärchen, Fichten, Weißtannen und Kiefern haben für diese Zwecke ausreichende Dauer.

Aber noch ein weiterer Umstand ist in Betracht zu ziehen. Kiefern, Fichten einerseits und Eichen anderseits sind zur Gewinnung des gebrauchsfähigen Nutzholzes mit sehr verschiedener Umtriebszeit zu bewirtschaften. Die Eiche gebraucht zur Produktion der von der Holzkonsumtion beanspruchten Bau- und Nutzholzsorten eine viel längere Zeit, als die Fichte und Kiefer. Das Holz, welches die Eiche z. B. im 80. Jahre erzeugt hat, ist zwar dauerhaft und tragfähig, aber es ist ziemlich wertlos, weil die Stämme fast lediglich Brennholz liefern und noch nicht die für Nutzholz erforderliche Dicke haben.

Robert Hartig untersuchte im Waldort Zuber des Spessarts, der wegen seines vorzüglichen Eichenwuchses berühmt ist, den Zuwachsgang der Eiche. Er fand mittleren Durchmesser in Brusthöhe:

im 70. Jahr 12—16 cm
„ 100. „ 20—23 „
„ 140. „ 29—35 „
„ 190. „ 39—46 „

Ferner in einem reinen 215jährigen Eichenbestand (Geiersberg, Revier Rohrbrunn) 43,9 cm.

Robert Hartig untersuchte ferner geschlossene Fichtenbestände im Harz. Er fand mittlere Durchmesser in Brusthöhe:

im 70. Jahr 25,4 cm
„ 100. „ 35,3 „
„ 110. „ 37,9 „

Der Spessartboden ist, wie der Buchenwuchs zeigt, viel besser, wie der Boden im Harz, auf dem die untersuchten Fichtenbestände stehen, denn in den 80jährigen Buchenbeständen fanden sich im Spessart 493 Festmeter per Hektar, im Harz dagegen (neben den untersuchten Fichtenbeständen) nur 384 Festmeter per Hektar.

Wir müssen sonach den **jährlichen** Wertertrag vergleichen, der in einem Wirtschaftskomplex gewonnen werden kann, wenn derselbe einerseits mit 150jährigen Eichen, anderseits mit 100jährigen Fichten bestockt ist. Hierzu lassen sich nur die Burckhardtschen Ertragstafeln benutzen (da R. Hartig leider den Wert der Eichen nicht ermittelt hat und das Nutzholzprozent der genannten Holzarten sehr verschieden ist). Nach Burckhardt stellt sich der jährliche Wertertrag wie folgt:

Fichte mit 100jähriger Umtriebszeit 1,00
Eiche „ 150 „ „ 0,59

Der auffallende Unterschied wird durch den Nutzholzanfall, der im Fichtenwalde viel größer ist, als im Eichenwalde, verursacht. „Es sind schon Eichenbestände besserer Art, welche 45—55 % der oberirdischen Massen in reinem Blockholze liefern, woneben dann noch, je nach der Ausnutzung, 10—15 % kurze Bau- und Nutzholzenden erfolgen.“ Für die Fichte auf zweiter Klasse nimmt Burckhardt 87 %, dagegen für die Eiche nur 60 % Nutzholz von der oberirdischen Masse an.

Obgleich diese Vergleichung auf örtlichen Preisverhältnissen beruht*) und auch möglicherweise nicht immer die gleiche Stand-

---

*) Burckhardt unterstellt das folgende Wertverhältnis für den Festmeter Haubarkeitsmasse:

100jährige Fichten 1,00
100 „ Eichen 0,53
150 „ „ 0,86.

Dagegen hat Wimmenauer in Oberhessen gefunden:

102jährige Fichten 1,00
102 „ Eichen 0,89.

ortsbeschaffenheit bei den Massenertragsangaben zu Grunde gelegt worden ist, so ist doch vorläufig nicht nachweisbar, daß die Eiche an der Spitze der Wertproduktion steht. Selbstverständlich sind alle vorhandenen jüngeren Eichen überzuhalten, bis sie brauchbares Nutzholz liefern, und nicht als Brennholz zu konsumieren. Aber das entscheidende Gewicht hat die Thatsache, daß diese vorherrschende Eichenzucht der obersten volkswirtschaftlichen Produktionsregel „in der kürzesten Zeit und mit dem geringsten Kostenaufwand" zuwiderlaufen würde.

Noch ungünstiger erscheint die Leistungsfähigkeit der Eiche, wenn man erwägt, daß das bisher zum Schiffbau 2c. mit hohen Preisen angekaufte Eichenholz immer mehr vom Eisen verdrängt wird und anderseits das Nadelholz durch Imprägnieren (z. B. mit Kupfervitriol) mit einer Ausgabe, die selten ein Dritteil des Holzwerts übersteigen wird, sehr dauerhaft gemacht werden kann.

Zur genauen Vergleichung des Gebrauchswertes der Lärchen, Tannen, Ahorn, Eschen 2c. mit den Fichten, Kiefern und Eichen liegen sichere Anhaltspunkte nicht vor, sondern lediglich Mitteilungen über die örtlichen Preis- und Ertragsverhältnisse der einen oder andern Holzart. Aber wir müssen dennoch wenigstens die wichtigsten Holzgattungen hier besprechen.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die **Lärche** den erreichbar höchsten Wertertrag unter den deutschen Waldbäumen auf allen Standorten liefert, auf denen dieser herrliche Gebirgsbaum gedeiht. In reinen dicht geschlossenen Beständen läßt sich die Lärche allerdings nicht erziehen und auch in Mischung mit dicht stehenden Fichten wird diese Erziehung, wie die Erfahrung gezeigt hat, selten glücken, weil die Lärche sehr empfindlich gegen eine zu große Einengung ist, die von der Fichte hervorgerufen wird. Die Mischung mit der Kiefer ist ebensowenig empfehlenswert. Beide

---

Nach Burckhardt verhält sich der zugehörige Massenertrag (Haubarkeit und Durchforstung)

im 100. Jahr Fichte 1,00
" " " Eiche 0,78,
im 150. Jahre (nach dem Lichtungshieb im 90. Jahre) 0,77.

Auch in Oberhessen wird sonach der jährliche Wertertrag der Eiche gegenüber der Fichte zurückbleiben.

Holzarten sind lichtbedürftig. Die Lärche wächst in der Regel schon mit dem 10jährigen Alter vor, die Kiefer stirbt, wenn die Lärche stark und nicht nur vereinzelt beigemischt ist, ab oder wird schon vor dieser Zeit durch Schnee, Duft- oder Eisanhang zusammengebrochen. Die verbleibenden Lärchen stehen lückig und licht, sie sind im dichten Schlusse emporgewachsen, schlank und walzenförmig geworden und brechen bei dem geringsten Schneeanhang ꝛc. gleichfalls zusammen. Aber für die unterständige Grundbestockung von Buchen, die wir später genauer erörtern werden, ist die Lärche eine vorzügliche Holzart. Indessen beansprucht dieser Gebirgsbaum eine besondere Standortsbeschaffenheit. Vor allem will die Lärche eine freie Lage, die der Windzug treffen kann, haben, jedoch muß die Lage gegen kalte Winde geschützt sein. Der Boden muß mäßig frisch, nicht zu feucht, aber auch nicht zu trocken sein. Ueberall ist dabei die Lärche, schon von Jugend auf, mit freiem Wachsraum für die Krone zu erziehen; der Stamm muß konisch und die Baumform muß pyramidalisch werden, die grüne Bezweigung muß, wie man im Harz beobachtet hat, bis zu 2/3 des Schaftes herabgehen. Auf ungeeigneten Standorten und in reinen, dichten Beständen hört (seltene Fälle ausgenommen) alsbald der Wuchs auf; die Lärche überzieht sich mit Bartflechten; Pilze und Insekten zerstören die Stangen und Stämme*).

Teilweise, auf besonders günstigem Standort ist die Lärche auch in reinen Beständen freudig bis zu höherem Alter fortgewachsen. Der Massenzuwachs schwankt zwischen 9 und 16 Festmeter per Jahr und Hektar und beträgt durchschnittlich 11 bis 13 Festmeter. Von den übrigen Waldbaumhölzern wird nur die Weymouthskiefer der Lärche gleichkommen, wenn auch selbstverständlich auf Standorten, welche der Lärche nicht zusagen, Fichten und Kiefern gleiche oder höhere Erträge liefern werden.

Das Holz der Lärche steht hinsichtlich der Biegsamkeit, der Tragkraft als längere Balken und Sparren, der Fichte nach; aber in der Dauer wetteifert das Lärchenholz mit dem Eichenholz. Wenn man für die Produktion dieser Holzart an Gebrauchs-

*) Der oft zu beobachtende krumme Wuchs der Lärche ist bisher nach seinen Ursachen noch nicht aufgeklärt worden.

wert einen genauen ziffermäßigen Ausdruck zu finden vermöchte, so würde derselbe — bei der hohen Massenproduktion — sicherlich alle anderen Holzgattungen weit überragen. Die Lärche ist jedenfalls auf allen geeigneten Standorten in erster Linie anbauwürdig.

Die Frage, ob Fichten oder **Weißtannen** größere Werterträge in geschlossenen Beständen liefern, ist bis heute noch offen. Was zunächst die Massenproduktion betrifft, so stellen die badischen Ertragstafeln, welche sich auf sehr zahlreiche und genaue Bestandsaufnahmen gründen, die Weißtanne der Fichte nach. Sie verzeichnen folgende Haubarkeitserträge in Festmeter per Hektar:

	Fichte.	Tanne.
60. Jahr . . .	438	324
80. „ . . .	632	472
100. „ . . .	800	606
120. „ . . .	936	734

Genaue vergleichende Untersuchungen mangeln, es ist vorläufig nicht anzunehmen, daß der Massenertrag der Tanne größer ist, als der Massenertrag der Fichte.

Ebensowenig steht die Holzgüte der Tanne höher, als die Güte des Fichtenholzes. Zwar mangeln genaue vergleichende Untersuchungen. Aber das Tannenholz ist leichter wie das Fichtenholz und deshalb ist zu vermuten, daß die technischen Eigenschaften, welche die Brauchbarkeit des Holzes bestimmen, bei der Fichte im höheren Maße vorhanden sein werden als bei der Tanne. Es ist auch nirgends beobachtet worden, daß das Tannenholz vom Holzhandel und Holzverbrauch gegenüber dem Fichtenholz berorzugt wird; meistens ist das Gegenteil der Fall. Die günstigsten Berichte melden lediglich, daß die Holzhändler für Tannenholz gleiche Preise, wie für Fichtenholz, zahlen.

Da die Tanne hinsichtlich der Bodengüte (abgesehen von der oben erörterten Ausnahme) anspruchsvoller als die Fichte ist, so läßt sich die vielfache Empfehlung des Tannenanbaues in der Forstlitteratur — statt des Fichtenanbaues — nur dadurch erklären, daß man für die Tanne eine größere Widerstandskraft gegen Stürme angenommen hat als für die Fichte. Allerdings hat die Tanne eine tiefer gehende Pfahlwurzel, die der Fichte

mangelt. Allein die Stürme in der letzten Zeitperiode haben die obige Vermutung nicht bestätigt. Im Jahre 1868 und 1869 wurden in Sachsen auf Quadersandstein und Granit Mischbestände von Tannen und Fichten in größerer Ausdehnung vom Sturme zerstört. Die gebrochenen und geworfenen und die stehen gebliebenen Stämme wurden in 16 Beständen mit sehr verschiedenem Alter (50—210jährig) genau gezählt und es ergaben sich folgende Prozente für den Bruch und Wurf

Tannen . . .	46 %
Fichten . . .	40 %
Buchen . . .	38 %
Kiefern . . .	34 %.

Es wird zwar vermutet, daß der Quadersandstein die tiefe Bewurzelung der Tanne verhindere. Allein auch im Thüringer Walde hat man 1868 und 1876 ähnliche vergleichende Beobachtungen gesammelt: im gothaischen Anteil sind ganze Bestände reiner Tannen geworfen, während sich die Fichten widerstandsfähig gezeigt haben. Schnee und Duftbruch haben hier Tannenstämme von 1½ Fuß Durchmesser mitten durchgebrochen.

Aus allen diesen Gründen verdient bis auf weiteres die Tanne keinen Vorzug vor der Fichte bei der Holznachzucht.

Die Nachzucht der **Rotbuche** war bei den Forstwirten, wie ich schon im ersten Abschnitt bemerkt habe, besonders beliebt. Wir haben oben gesehen, daß die Rotbuche nur etwa die Hälfte des Massenertrags der Fichte im großen Durchschnitt liefert. Wir haben weiter gesehen, daß das Holz sehr rasch fault, eine sehr geringe Tragkraft hat, überhaupt hinsichtlich seiner technischen Eigenschaften nicht beachtenswert ist und selbst in der Brennstofferzeugung in den dichtgeschlossenen Holzbeständen den Nadelhölzern — vor allem Lärchen und Fichten — weit nachsteht. Das Buchenholz wird hauptsächlich zu Wagnerholz, Butter- und Cement- 2c. Fässern, gebogenen Möbeln, Holzschuhen, Packkisten, zu Cigarrenwickelformen und Cigarrenkisten und zu manchen Haus- und Küchengeräten 2c. verbraucht. Es wird in den westdeutschen Grubenbezirken in Ermangelung von Nadelholz zu Grubenholz verwendet. In Frankreich verwendet man imprägniertes Buchenholz zu Eisenbahnschwellen. Allein die zuerst genannten Verwendungsarten konsumieren nur relativ unbeträcht-

liche Holzmassen und für Grubenholz und Eisenbahnschwellen liefern die Nadelhölzer, die man ja auch imprägnieren kann, ganz andere Holzmassen während einer gleichen, sogar kürzeren Wachstumszeit, wie die Rotbuche. Die Nutzholzausbeute beträgt in 309 Revieren Preußens, in denen Buchenwirtschaft besteht, im Durchschnitt der Jahre 1869 u. 1879 8,8—9,7 %; in den Laubholzwaldungen des Spessarts, diesem vom schiff- und floßbaren Maine umringten, von der Eisenbahn durchzogenen Gebiet, hat die Nutzholzausbeute bisher nur 3—5 % betragen und ist nur vorübergehend auf 10 % gestiegen. Es ist sicherlich mit allen Kräften dahin zu streben, daß die in Deutschland z. Z. vorhandenen Buchenbestände Absatz zu Eisenbahnschwellen, Grubenholz ꝛc. finden und zu diesem Zweck sollte namentlich die Staatsforstverwaltung die Anlage von Imprägnieranstalten in den Laubholzgebieten Deutschlands zu bewirken suchen*) — allein der Anbau der Rotbuche, der zum Schutze des Bodens vorzügliche Dienste im Forstbetriebe leistet, darf niemals mit dem Zweck, diese Holzart zur Haubarkeitszeit der jetzt zu begründenden Bestände vorherrschend den Bestand bilden zu lassen, erfolgen — das ist für jeden Denkenden selbstverständlich.

Obgleich die vergleichende Erforschung der Wertproduktion unserer Holzarten keineswegs scharf beweisende und hinlänglich verbürgte Ergebnisse zu Tage gefördert hat, so erkennt man doch mit Sicherheit, daß die Nadelhölzer von der Schöpfung mit einer besonderen Leistungskraft für den Holzkonsum in unserem Vaterlande ausgerüstet worden sind. Wenn die Waldbaumgattungen, die wir bisher betrachtet haben, infolge der Standortsbeschaffenheit Gedeihen versprechen, so wird sicherlich die **Lärche** in der Wertproduktion allen anderen Waldbäumen voraneilen. Hierauf folgt, wenn die Erziehung der Waldbäume im dichten Kronenschluß beibehalten wird, die **Fichte**. Die Bevorzugung der **Weißtanne** an Stelle der Fichte ist bis jetzt nicht gerechtfertigt. Zunächst in der Rangordnung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit steht hierauf die **Kiefer**;

*) Der preußische Minister der öffentlichen Arbeiten hat neuerdings die Bahnverwaltungen auf die Verwendung imprägnierter Buchenschwellen hingewiesen.

jedoch können sich Fichten und Kiefern, wenn der Boden zur Trockenheit hinneigt, den Rang streitig machen, während wieder die Kiefer mit der größeren Erhebung über das Meer zurückbleibt. Die **Eiche** steht den genannten Nadelhölzern zwar in der jährlichen Werterzeugung und der raschen Lieferung des Ertrags nach, allein trotzdem wird man diesen echt deutschen Waldbaum nicht aus unsern Wäldern verdrängen, sondern in mäßiger Untermischung mit den Nadelhölzern in einer bodenschirmenden Grundbestockung freiwüchsig erziehen. **Buchen** und **Hainbuchen** haben mit seltenen Ausnahmen wirtschaftliche Berechtigung lediglich als bodenschirmende Grundbestockung unter Lärchen, Kiefern, Eichen 2c. Ahorn, Ulmen und Eschen wird der Forstmann an geeigneten Orten vereinzelt und in Gruppen und Horsten stets züchten, weil sie für bestimmte Gebrauchszwecke besonderen Wert haben. Aber der massenhafte Anbau, um mittels desselben die zuerst genannten Nadelhölzer zu verdrängen, kann nicht in Frage kommen. Die raschwüchsigen Birken und Aspen können sehr häufig zur Erhöhung der Zwischennutzungserträge benutzt werden und sind nur dann allmählich zu entfernen, wenn sie den zukünftigen Nutzholzbestand merklich benachteiligen (Abpeitschen der Nadelholztriebe). Die Einbürgerung der Weymouthskiefer wird in ausgedehnter Weise zu versuchen sein.

Wir haben oben gesehen, daß die Fichte der Kiefer in der Massenproduktion bei der Erziehung im Kronenschluß überlegen ist und da die Nutzholzausbeute bei der letzteren Holzart nicht größer ist, als bei der Fichte, so wird auch die Wertproduktion der Fichte höher stehen, als die Wertproduktion der Kiefer. Indessen kann sich das Verhältnis zu Gunsten der Kiefer ändern, wenn der Boden zur Trockenheit hinneigt, oder das Kiefernnutzholz höheren Wert hat, als das Fichtennutzholz.

Was die Wertproduktion dieser Holzarten im Lichtungsbetriebe betrifft, so liegen zur Vergleichung derselben nur die Untersuchungen vor, welche der Verfasser auf gleichem Standort (bindender, tiefgründiger Keuperlehm) vorgenommen hat. Der Jahreszuwachs beträgt (Durchschnitt für das 80jährige Alter)

Fichte 9,13 Festm. per Hektar bei einem mittleren Brusthöhendurchmesser von 38,1 cm,
Kiefer 9,11 Festm. per Hektar bei einem Durchmesser von 46,7 cm.

Die Kiefer scheint sonach der Fichte in der Wertproduktion auf gutem Boden mindestens gleich zu stehen, da die Holzgüte älterer harzreicher Kiefern höher geschätzt wird, als die Holzgüte des Fichtenholzes.

Wenn endlich der Boden trocken, dabei aber tiefgründig und locker ist, so ist die Wahl unter den Holzarten sehr beschränkt. In der Regel wird nur die gemeine Kiefer und die Eiche als Stockausschlag, vielleicht auch die Weymouthskiefer und die Schwarzkiefer in Frage kommen. Wenn der Boden trocken und dabei flachgründig ist, so erübrigt nur der Anbau der Schwarzkiefer und die Erhaltung oder Begründung des Eichenniederwaldes. Auf nassem Boden gedeihen Erlen und auf feuchtem Boden in erster Linie Eschen.

3) Auswahl der Holzarten nach der Rückwirkung auf die Erhaltung und Bereicherung der Bodenkraft.

Die Fichten-, Kiefern- und Buchenbestände scheinen im jährlichen Abwurf organischer Substanz, wie schon im zweiten Abschnitt erwähnt wurde, nicht wesentlich zu differieren. Nach Ebermayer beträgt das Gewicht der jährlich produzierten Streumenge

a. in 30— 60jährigen Buchenbeständen	3365	kg
„ 60— 90 „ „	3368	„
„ 90—120 „ „	3270	„
Mittel:	3331	„
b. in 30— 60jährigen Fichtenbeständen	3369	kg
„ 60— 90 „ „	2869	„
„ 90—120 „ „	2783	„
Mittel:	3007	„
c. in 25— 50jährigen Kiefernbeständen	2921	kg
„ 50— 75 „ „	3002	„
„ 75—100 „ „	3636	„
Mittel:	3186	„

Wir sind schon im zweiten Abschnitt (S. 69) zu dem Ergebnis

gelangt, daß wahrscheinlich der Beschattungsgrad der Waldbäume und das Vermögen der Holzarten, den Waldboden dicht mit abgestorbenen Blättern und verwesenden Nadeln zu bedecken, die hauptsächliche Wirkung auf die Produktivität des Waldbodens ausüben wird. Wir werden im fünften Abschnitt näher darlegen, daß die schattenertragenden Holzarten, namentlich Rotbuchen, Fichten und Tannen, diese bodenbessernde Eigenschaft von Natur aus besitzen, daß es aber auch der forstlichen Technik nicht schwer fallen kann, den lichtbedürftigen Holzarten diesen Bodenschutz durch Anbau dunkel belaubter Schutzhölzer rechtzeitig zu verschaffen.

4) Die Verringerung des Wertertrags der Nadelhölzer durch Windwurf, Schneedruck und Insektenfraß.

Die hervorragende Leistungsfähigkeit der Nadelhölzer für alle Zwecke der deutschen Holzzucht — vor allem für die seit vielen Jahrzehnten zeitgemäße Nutzholzproduktion — ist selbstverständlich den Forstwirten kein Geheimnis geblieben. Aber die Forstwirte haben diese Holzarten im wesentlichen nur geduldet, nicht begünstigt; ihre Vorliebe war der Nachzucht der Rotbuche mit Einmischung der Eiche gewidmet, wie ich in der dritten Abteilung dieses Abschnitts näher nachweisen werde. Durch welche Ursachen ist diese sonderbare Begünstigung der Holzarten, die man früher wegen ihres Mastertrags hoch schätzte, bewirkt worden? Es ist schwer, diese Frage zu beantworten; aber der hauptsächliche Beweggrund ist, wie ich vermute, in der unermüdlichen Erörterung der Gefahren, denen der Nadelholzanbau begegnet, zu suchen. Man hatte beobachtet, daß die Nadelholzbestände, namentlich die geschlossen und schlank erwachsenen Bestände der flachwurzelnden Fichte, von den Stürmen leichter geworfen und gebrochen werden, als Buchen- und Eichenbestände. Der Schnee drückt zwar auch die Buchengertenhölzer nesterweise zusammen; aber die Buchen und Eichen haben immerhin größere Widerstandskraft, als die im Winter dicht benadelten Fichten und namentlich Kiefern. Der Insektenfraß kann im Laubholz niemals die großen Verheerungen anrichten, wie in ausgedehnten Nadelholzbeständen. Die Forstwirte glaubten deshalb, daß die möglichst weit zu verbreitende Nachzucht der Laubhölzer, vor allem der Eiche und Buche, größere Sicherheit gewähre.

Wir haben soeben genau nachgewiesen, daß die Leistungskraft der Lärche, Fichte, Tanne und Kiefer für alle berechtigten waldbaulichen Zwecke weit hervorragt über die Leistungskraft der Rotbuchenbestände. Es ist wahrscheinlich, daß namentlich der im Kronenschluß erwachsene Fichtenwald die doppelte und dreifache Leistungsfähigkeit in dieser Richtung im Vergleich mit dem Buchenwalde hat. Es müssen sonach staunenswerte Katastrophen die Nadelholzwälder im Laufe einer Umtriebszeit heimgesucht haben, auf die man hinweisen kann, um die Behauptung zu begründen, daß die Wertproduktion der Fichten, Tannen und Kiefern auf die Stufe herabgedrückt werden wird, auf welcher die Leistungskraft des Buchenhochwalds thatsächlich steht. Denn bisher sind in der Regel Eichen, Eschen, Ahorn 2c. nur sehr schwach in diese Rotbuchenbestände eingemischt worden und die Nadelhölzer hat man lediglich auf den schlechtesten Bodenpartien als Lückenbüßer beherbergt.

Seltsamerweise haben die Forstwirte, wie es scheint, die Schmälerung des Nadelholzertrags durch die genannten Naturereignisse zum Zweck der oben erörterten Vergleichung niemals ziffermäßig bestimmt. Die Liebe zum Walde, das Gefühl, daß die schönen, sorgsam begründeten und ängstlich gepflegten Holzbestände eines Tages nur Trümmerhaufen sein können — dieses Gefühl hat, wie ich glaube, die Abneigung der Forstwirte gegen die Nachzucht der Nadelhölzer auf den besseren Böden hauptsächlich hervorgerufen.

Ich achte und ehre diese Besorgnis für die ungefährdete Erhaltung des schönen, deutschen Waldes. Aber anderseits muß man erwägen, daß die intensive Nutzholzzucht in den deutschen Waldungen eine reichfließende Quelle für die Belebung der Volkswohlfahrt in unserem waldreichen, von holzarmen Westländern begrenzten Vaterlande werden kann. Dieses Ziel wird durch den vorherrschenden Anbau der Rotbuche auf den höheren Gütestufen des Waldbodens nie und nimmer erreicht werden. Sicherlich darf diese Holzart, die in Bezug auf nachhaltige Erhaltung des Humus- und Wassergehalts des Bodens Vortreffliches leistet, nicht rücksichtslos aus der Waldbestockung verdrängt werden. Der reine Nadelwald ist nicht die Bestandsform, die die deutsche Waldbaupraxis vorherrschend zu erzielen hat. Ich werde, wenn ich im fünften

Abschnitte die gemischten Bestände bespreche, näher darlegen, daß eine boden- und bestandschirmende Grundbestockung von Rotbuchen mit der erreichbaren Ausdehnung zu begründen und sorgsam zu pflegen ist. Aber unbedingt müssen zur Haubarkeitszeit nicht nur Eichen und belaubte Nutzhölzer, wie Eschen, Ulmen, Ahorn, sondern hauptsächlich widerstandskräftige Fichten, Kiefern, Tannen, Lärchen 2c. die Hauptmasse der Holzbestände bilden und deshalb in der Grundbestockung planmäßig eingemischt werden.

Obgleich die Gefahren, welche die Nadelhölzer von den oben genannten Naturereignissen erleiden können, nicht nur durch die Mischung von Laubholz und Nadelholz, sondern auch durch die veränderte Erziehungsweise, die ich im siebenten Abschnitt besprechen werde, wesentlich verringert werden, so müssen wir doch, um die Bedeutung der Beschädigungen, die nach den bisherigen Erfahrungen zu erwarten sind, gründlich zu beurteilen, die Verheerungen, welche Wind, Schnee und Insekten seit etwa 80 Jahren in den deutschen Waldungen angerichtet haben, genauer kennen lernen.

Im 19. Jahrhundert sind — von lokalen Ereignissen ohne beachtenswerte Folgen abgesehen — zunächst in intensiver Weise die Fichtenbestände des Harzes durch Windwurf und Windbruch beschädigt worden (1800, 1833, 1834, 1836, 1837, 1846, 1868 und 1869). Burckhardt berichtet, daß durch diese Ereignisse in 70 Jahren 8% der Fichtenhochwaldfläche holzleer geworden sind, also per Jahr ca. 0,1% der Waldfläche. Hierauf hat ein ausgedehnter Fraß der Nonnenraupe und des Borkenkäfers in den Jahren 1853—1857 die Fichtenwaldungen in Ostpreußen zerstört; der Holzeinschlag betrug, wie Schulz berichtet, nahezu 16,4 Millionen Festmeter, und amtlich wird derselbe sogar auf 34 Millionen Festmeter angegeben (Donner)*). Besonders zahlreich haben aber früher unerhörte Verheerungen die deutschen Waldungen in den zehn Jahren 1868—1877 heimgesucht. Am 7. Dezbr. 1868 brauste ein Südwestorkan zwischen Kempten und Passau im Süden und Hannover, Magdeburg und Oranienburg im Norden über Deutschland hinweg; die Waldzerstörung erreichte den Höhepunkt im Frankenwald, Fichtelgebirge, im Oberpfälzer und fränkischen

*) In der Forststatistik von Leo wird die Derbholzmasse auf 11,9 Millionen Kubikmeter für die gleiche Fläche (140 500 ha) angegeben.

Hügellande, im angrenzenden bayrischen Walde, im Thüringerwald, Harz, Erzgebirge und in Schlesien. Hierauf wurde am 17. Dez. 1869 das Flachland zwischen Oder und Elbe und westlich der Elbe durch einen Südweststurm mit westlicher und nordwestlicher Drehung heimgesucht. Aber die Verheerung ist nicht zu vergleichen mit der Wirkung des Orkans, der in der Nacht vom 26. 27. Okt. 1870 die Waldungen in Süd- und Mitteldeutschland niederwarf. Ein von Blitz und Donner begleiteter Wirbelsturm brauste zwischen Basel, dem Bodensee und den Hochalpen im Süden und Saarlouis, Winnweiler, Darmstadt, Coburg, Hof, Görlitz im Norden über dieses breite Gebiet des deutschen Reiches hinweg — fürchterliche Verheerungen in den Gebirgen, die als Querriegel dem Sturme entgegenstanden (dem Schwarzwald, den Bergen bei Ellwangen, der fränkischen Höhe, vor allem aber dem bayrischen Walde und dem schlesischen Gebirge), hinterlassend. Endlich erreichte am 12. 13. März 1876 ein verheerender Sturm seine höchste Wirkung zwischen Köln, Marburg, Eisenach, Leipzig im Norden und Darmstadt, Fulda, Bamberg und dem bayrischen Wald im Süden. Durch diese vier Stürme wurden zusammen ca. 23,5 Millionen Festmeter Derbholz geworfen und gebrochen, durch weitere, mehr lokale Stürme im genannten Jahrzehnt 0,5 Millionen Festmeter, durch Schneedruck 0,9 Millionen Festmeter Derbholz. Insektenhölzer sind 1868/77 2,0 Millionen Festmeter eingeschlagen worden.

Rechnet man indessen alles Derbholz, welches durch sämtliche Beschädigungen — Stürme, Insekten und Schneebruch — von 1800 bis 1882 angefallen ist (von Burckhardt, Donner, dem bayrischen Ministerial-Forstbureau und namentlich von Bernhardt mitgeteilt) zusammen, um zu erfahren, welcher Teil des Massenertrags per Hektar der betroffenen Waldfläche durch diese unerhörten Naturereignisse gefällt und zumeist um ermäßigte Preise verwertet worden ist, so ergibt sich, daß im ganzen in 82 Jahren in denjenigen Beständen, in denen Fichten und Weißtannen vorherrschend waren, 19,15 Festmeter per Hektar von den 350—400 Festmeter Zuwachs, der ungefähr in den genannten 82 Jahren erfolgt sein wird, nicht so vorteilhaft verwertet werden konnten, wie beim regelmäßigen Fällungsbetrieb. Für die Bestände, in denen Kiefern vorherrschend waren, berechnen sich inkl. Insektenholz 2,46 Festmeter

und für die Laubholz-, hauptsächlich Buchenbestände 2,38 Festmeter per Hektar für die genannten 82 Jahre. Die betroffene Waldfläche ist 7,4 Millionen Hektar groß.

Allerdings ist es möglich, daß die gleichen Nadelholzwaldungen von partiellen Windwurf-, Schnee- und Insektenbeschädigungen im genannten Zeitraum untergeordnet gelitten haben, deren Holzanfall nicht ziffermäßig veröffentlicht worden ist (Schneedruck tritt im Harz und Thüringerwald durchschnittlich alle 3 Jahre ein, namentlich stark ist in mehreren Gegenden der Schneedruck von 1825, 1844, 1850, 1859/60 hervorgetreten). Aber was bedeutet selbst die Verdoppelung der oben bezifferten Verluste*) bei der beträchtlichen Mehrproduktion, die wir namentlich für die Fichte oben konstatiert haben?

Auch in den Waldungen, in denen die Sturmbeschädigungen — infolge besonderer Verhältnisse, zumeist wegen Anbrüchigkeit der Stämme — den Gipfelpunkt erreicht haben**), sind keineswegs 50% von der gesamten Fichten- und Tannenproduktion vernichtet worden; es ist keineswegs Gleichgewicht mit der Produktion der Rotbuche hinsichtlich der Rohstoffmenge hergestellt worden. Die entstandenen Blößen und Lücken nahmen in den Forstämtern Kronach (Frankenwald), Wolfstein, Zwiesel und Schönberg (sämtlich im bayrischen Wald) 7% der Gesamtfläche ein; in dem am meisten beschädigten Revier des bayrischen Waldes (Daxelsried) 16%, in den gesamten Nadelholzwaldungen Bayerns, über die

---

*) Ich habe nachträglich die Veröffentlichungen über partielle Sturm-, Insekten- und Schneebruchschäden zusammengestellt. Sie betragen circa 3,1 Million Kubikmeter und reduziert auf die Gesamtwaldfläche Deutschlands 0,23 cbm per Hektar. Besonders bemerkenswert sind die Beschädigungen durch den Nonnenfraß im hannoverschen Flachland (1827—1830), in Meiningen, Schwarzburg, Reuß ꝛc. (1835—1840), der Fraß des Kiefernspinners in Schwetzingen (1859—1860), der Fraß der Nonne im Königreich Sachsen (1839—1840), Stürme in Bayern, Württemberg (1850—1856), Sachsen (1843—1844 und 1853), verschiedene Schneebrüche und der Eisbruch von 1858.

**) Im Königreich Sachsen sind bekanntlich die Nadelholzbestände vorherrschend (mit 91,3% der gesamten Waldfläche). In diesem Jahrhundert sind, soweit die Veröffentlichungen, die jedoch selbst über kleinere Beschädigungen vorliegen, reichen, circa 15 cbm per Hektar Staatswaldfläche infolge dieser Beschädigungen um ermäßigte Preise verwertet worden — in 80 Jahren.

zweimal die Orkane hinweggebraust sind, wurden vom Windwurf und Insektenfraß in der genannten Zeit 1,5 % Lücken und Blößen*).

Die angsterfüllten Beteuerungen der Forstwirte sind sonach nicht ganz verständlich.

III.

Die Lehren der Schriftsteller.

Als Bannerträger des wirtschaftlichen Fortschritts treten uns im Anfang des 19. Jahrhunderts zwei verdienstvolle und mit Recht hochgefeierte Männer entgegen: Georg Ludwig Hartig und Heinrich Cotta. Zur damaligen Zeit, bei der Holzarmut in unserem Vaterlande, bei dem starken Brennholzverbrauche und den mangelhaften Transportmitteln, war selbstverständlich das nächste Ziel der Forstwirtschaft auf die rasche Erzeugung der brauchbaren Bau- und Werkhölzer und vor allen großer Brennstoffmengen gerichtet. Aber schon damals hat Georg Ludwig **Hartig**, dieser scharfblickende, zielbewußte Denker, die Auswahl der Holzarten für die Verjüngung der Waldungen den richtigen Gesichtspunkten unterstellt. Schon 1808 hat G. L. Hartig nicht nur das Verhalten der Brennkraft für alle wichtigeren Holzgattungen nach den damaligen Erfahrungen genau angegeben, er hat auch für diese Auswahl bei der Anlage neuer Waldungen mit meisterhafter Klarheit die Regeln gegeben. Wenn Bauholzmangel nahe ist, so sollen nach Hartigs Vorschriften Nadelhölzer oder Ulmen angebaut werden, weil die Nadelhölzer schon im 70—80jährigen Bestandsalter auf jedem Boden vortreffliches Bauholz liefern und durch Ulmenanbau diesem Bauholzmangel gleichfalls früher, als durch Eichenanbau abgeholfen werden kann. Wenn dagegen Bauholzmangel erst in 140 Jahren oder später zu befürchten ist, dann gestattete G. L. Hartig den Eichenanbau, weil die Eiche das beste und dauerhafteste Bau-

*) Die Nutzholzausbeute aus dem Windfall- und Borkenkäferholz betrug 1868 = 42¾ % und im Jahre 1870 = 39¾ % für alle Waldungen, dagegen beträgt dieselbe im Zeitraum 1876—1880 nur 35 %. Zudem wurden vielfach — namentlich im Frankenwalde — überständige Altholzbestände und Verjüngungsschläge vom Sturme beschädigt.

holz liefere. Wo dagegen „Brandholzmangel ist, da besäe man die Blößen vorzüglich mit Nadelholz, und wähle dazu im milden Klima die Kiefer, mit Lärchen vermischt, im rauheren aber die Fichte, weil dadurch binnen einer gewissen Zeit bei weitem mehr Holz erzogen werden kann als durch irgend eine andere Holzart, deren Anzucht im großen möglich ist". G. L. Hartig unternahm schon frühzeitig vergleichende Untersuchungen über die Brennkraft der Holzarten und veröffentlichte dieselben 1808; er begann auch 1822 ausgedehnte Forschungen über die Dauer der Hauptholzgattungen bei verschiedenen Verwendungsarten (im Trocknen, Nassen und bei wechselnder Feuchtigkeit). Am Abend seines Lebens (1833), als die Holznot nicht mehr so drohend an die Thüren klopfte, widmete er der Wertproduktion der Holzarten eine Besonderschrift: „Welche Holzarten belohnen den Anbau am reichlichsten?" und kam zu folgenden bemerkenswerten Ergebnissen: „Jetzt ist man noch allenthalben ängstlich bemüht, da, wo der Boden für Eichen und Buchen sich eignet, diese Holzgattungen anzuziehen oder fortzupflanzen, weil man glaubt, daß dadurch der höchstmögliche Ertrag zu gewinnen sei. Dies ist aber, wie ich gezeigt habe, ganz irrig. Durch den Anbau der Fichte auf Eichen- und Buchenboden läßt sich ein bei weitem höherer Holz- und Geldertrag erzielen. Selbst die Kultur der Kiefer gewährt mehr Gewinn, als die Anzucht der Laubhölzer jeder Art, besonders wenn man ihr einen Standort anweist, den sonst Eichen und Buchen einnehmen. Da man aber auch Eichen, Buchen, Birken &c. zu mancherlei Gebrauch im menschlichen Leben nötig hat, wozu Nadelholz nicht brauchbar ist, so dürfte es ratsam sein, nur so viel Laubholz auf gutem Boden anzubauen, als zur Befriedigung jener Bedürfnisse nötig ist. Lassen sich aber die schon vorhandenen Buchen- und Eichenbestände durch natürliche Besamung, also ohne Kosten fortpflanzen, so ist es im allgemeinen ratsam, sie beizubehalten, weil durch das auf die künstliche Kultur verwendete Kapital und die Zinsen davon der höhere Ertrag des Nadelholzes zum Teil absorbiert wird, und weil auch die Laubhölzer nicht so vielen Gefahren ausgesetzt sind, als die Nadelhölzer." G. L. Hartig kannte und würdigte, wie man sieht, die Vorzüge der rasch wachsenden Nadelhölzer genau; aber bei den hohen Kulturkosten zur damaligen Zeit und bei den unzureichenden

Erfahrungen über die Widerstandskraft gemischter Bestände gegen Sturm- und Insektenangriffe wagte er nicht, die weitgreifende Umwandlung der bestehenden Buchen- und Eichenbestände in gemischte Waldungen, in denen Nadelhölzer den Hauptbestand bilden, zu befürworten, wenn die natürliche Verjüngung ohne Barausgabe vollzogen werden konnte.

Dagegen hat Heinrich **Cotta** (dessen „Waldbau“ von 1816—1835 in fünf Auflagen erschienen ist) die Leistungen der Holzarten hinsichtlich des Wertertrags nicht eingehend gewürdigt, sondern die Auswahl derselben nur ganz im allgemeinen besprochen.

Auch Johann Christian **Hundeshagen**, der von 1819—1833 lehrte, erörtert in der „Encyklopädie der Forstwissenschaft“ (1821) die Auswahl der Holzarten für die Nachzucht sehr kurz und andeutungsweise. „Bei Bestandsumwandlungen ist es nötig, eine solche Holzart zu wählen, welcher der Standort am vollkommensten entspricht und die zugleich besondere wirtschaftliche Vorzüge“ (welche?) „besitzt“. Der künstliche Holzanbau muß fast durchaus der natürlichen Verjüngung untergeordnet bleiben und nur als bedingtes Hilfsmittel benutzt werden. Es ist beim künstlichen Holzanbau „im allgemeinen stets diejenige Holzart auszuwählen, welche den örtlichen physischen Verhältnissen am besten entspricht, damit dieselbe sich künftig unter alleiniger Wirkung der Natur auf dieser Stelle fortzupflanzen imstande ist“.

Nach dieser Zeit ist im deutschen Waldbau die für die Daseinszwecke desselben bedeutungsreichste Auswahl der Holzarten für die Nachzucht nach dem Grundsatz erfolgt, dem Edmund von Berg (18[illegible]3) mit den schon mehrmals erwähnten Worten einen charakteristischen Ausdruck gegeben hat: „man überlasse es der Natur, den Platz auszusuchen für die verschiedenen Bäume.“ In den Gebietsteilen Deutschlands, in denen der frische Boden und die günstige Lage der Waldungen Laubholzzucht gestattete, wurde insbesondere dieses stille Walten der Natur hinsichtlich der Fortpflanzung der im Kampfe ums Dasein übrig gebliebenen sog. edlen Holzarten begünstigt und gefördert, weil man den Nadelholzanbau für gefährlich erachtete.

Friedrich Wilhelm Leopold **Pfeil**, der von 1816—1859 schriftstellerisch thätig war, hat, wie schon oben erwähnt wurde, unermüdlich betont, daß die Wachstumsleistungen der Waldbäume von den wechselnden örtlichen Verhältnissen in so unbestimmter Weise abhängig seien, daß eine allgemeine Beurteilung nicht möglich sei. Wir haben die Belege, die Pfeil für seine Ansicht beigebracht hat, im zweiten Abschnitt (Seite 42) auch hinsichtlich des Verhaltens der Holzarten genau mitgeteilt und hinlänglich gewürdigt. Pfeil hat niemals

versucht, die Beobachtungen der Empiriker über die Eigentümlichkeiten des Holzwuchses, die sich auf gleiche oder ähnliche Standorte beziehen, zu sammeln und Wirtschaftsregeln für die wesentlichen Verschiedenheiten der Holzproduktion zu einem wohldurchdachten, systematisch geordneten Lehrgebäude zusammenzufügen. Außer einigen nichtssagenden Lehren („jedes Laub- oder Nadelholz wird da am vorteilhaftesten gezogen, wo es am besten wächst und am besten benutzt werden kann" u. s. w.), bespricht Pfeil die überaus wichtige Frage, ob vorherrschend Laubholz oder Nadelholz bei der Holznachzucht gewählt werden, in so charakteristischer Weise, daß ich den Wortlaut anführen will:

„Es läßt sich nicht bestreiten, daß die Nadelhölzer im allgemeinen mehr geeignet sind, von kleineren Flächen unsere Bedürfnisse zu befriedigen, als die Laubhölzer. Sie geben bei gleicher Bodenkraft nicht nur ein größeres Volumen überhaupt, sondern auch eine größere Masse von Brennstoff und mehr Nutzholz, daher auch einen größeren Geldertrag. Die Nadelhölzer können alle unsere Bedürfnisse befriedigen, wie wir dies in denjenigen Gegenden sehen, wo gar kein Laubholz mehr vorhanden ist, nicht aber das Laubholz. Selbst das Eichenholz kann eher entbehrt werden, als das Nadelholz, die harten Hölzer werden sogar da, wo sie vorhanden sind, immer mehr durch das Eisen verdrängt. Die eisernen Achsen, eisernen Schiffe, eisernen Mühlwellen, Mühlkämme u. s. w. ersetzen schon jetzt vielfach das Buchen- und Eichenholz; für die Sparren, Balken und Bretter der Nadelhölzer gibt es aber noch kein Ersatzmittel. Die Einteilung in edle und unedle oder weniger wertvolle Waldbäume ist ganz unstatthaft, obwohl man sie vielfach in unseren älteren Lehrbüchern der Forstwirtschaft findet, denn jeder derselben kann unter bestimmten Verhältnissen der wertvollste sein, die Weide, Aspe und Hasel so gut wie die Eiche und Buche. Will man sie aber einmal machen, so *kann man nur die Nadelhölzer als die Fürsten und den Adel des Waldes betrachten, denn sie leisten mit den kleinsten Mitteln das meiste zur Befriedigung unserer Bedürfnisse und fordern dafür die kleinsten Opfer, indem sie nur einen Boden verlangen, der zu nichts anderem zu benutzen ist, als zu ihrer Erziehung.* Wenn man früher die Laubholzbäume erster Größe als die edelsten bezeichnete, so legte man bei der Eiche und Buche einen sehr hohen Wert auf die Mastnutzung, den diese nicht mehr hat, bei anderen auf das Nutzholz, welches vielfach nicht mehr verlangt wird, und bei allen auf die größere Brenngüte des Holzes im Verhältnis zu derjenigen des Nadelholzes. Nicht das ist aber das zur Erziehung empfehlenswerteste Brennholz, welches die größte Brenngüte hat, sondern das, welches die größte Menge von Brennstoff liefert. Wenn man die Brenngüte des Buchenholzes gleich 100 Brenneinheiten, die des Fichtenholzes gleich 73 setzt und man kann da, wo jährlich nur 25 Kubikfuß Buchen wachsen, 70 Kubikfuß Fichten erziehen, so liefert der Morgen jährlich 2500 Brenneinheiten durch Buchen und 5110 Brenneinheiten durch Fichten. Wenn man eine Stubentemperatur von 14—15° R verlangt, so ist es ganz gleich, ob diese von Fichten- oder Buchenholz hervorgebracht wird, man kann aber mit der Holzerzeugung der Fichte in diesem Falle zwei gleich große Stuben erwärmen, mit der der Buche nur eine. Das Laubholz selbst dann noch erhalten zu wollen, die Umwandlung des-

selben in Nadelholz sogar von Staats wegen zu untersagen, wie es von einigen gedankenlosen Menschen verlangt worden ist, würde sich gewiß nicht rechtfertigen.

Noch weniger läßt sich dies aber hinsichts des rücksichtslosen Anbaues des Nadelholzes auf Kosten des Laubholzes thun, der in der neueren Zeit so vielfach stattgefunden hat, indem man, wie dies so oft geschieht, von einem Extreme zum anderen überging, das Laubholz für einen Luxus erklärte, den die Verhältnisse nicht mehr gestatteten, nachdem es früher selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen erhalten werden sollte. Alle Vorzüge des Nadelholzes werden dadurch sehr vermindert, daß der Ertrag von ihm nicht so sicher ist wie derjenige des Laubholzes. Letzteres ist bloß in der Jugend einigen Gefahren, die ihm verderblich werden können, unterworfen. Die Kiefern und Fichten entwachsen weit zahlreicheren und größeren selbst im höchsten Alter noch nicht. Sturm, Insekten, Feuer, Schnee-, Duft- und Eisbruch können nicht bloß die Bestände großer Flächen ganz vernichten, sondern auch die sich noch erhaltenden so lückenhaft machen, daß sie oft kaum die Hälfte und den dritten Theil des Ertrages vollkommen liefern, den man sich bei ihrem Anbau berechnet hatte. Ein gut bestockter Nieder- und Mittelwald in einem Umtriebe, wo die volle Ausschlagsfähigkeit erhalten wird, liefert die sicherste Nutzung vom Boden, die man von irgend einer Benutzungsart erwarten kann. Ein 20- und 30jähriger Buchenbestand läßt mit großer Sicherheit den künftigen Ertrag, den er in den nächsten 70 und 80 Jahren liefern wird, vorausbestimmen. Nicht so Kiefern und Fichten, von denen kann man so gut sagen, daß man nicht eher weiß, was man von ihnen an Holz erhalten wird, als bis man es herunterhauen kann, wie von einem Menschen, daß man vor seinem Ende nicht wissen kann, ob er bis zum Tode glücklich sein wird. Ein kleineres, aber sicheres Besitztum hat oft mehr Wert, als ein größeres, aber unsicheres.

Die Gefahren, die dem Nadelholz drohen, wachsen dann aber auch in dem Maße mehr, wie wir sie ausschließlich rein auf ausgedehnten Flächen anbauen. Die Zerstörungen der Insekten sind vorzüglich in reinen großen Nadelholzforsten zu fürchten, die Waldfeuer werden in ihnen am verheerendsten, der Windbruch wird da nicht verderblich, wo immer Laub- und Nadelholz wechselt. Schon zum Schutze des letzteren muß man oft das erstere selbst bei geringerem Ertrage zu erhalten suchen."

Pfeil schließt: „Die Frage, was verdient den Vorzug, Laub- oder Nadelholz? — läßt sich daher nur so beantworten: jedes wird da am vorteilhaftesten erzogen, wo es am besten wächst und am besten benutzt werden kann."

Die Waldbauschriftsteller, die mit Pfeil oder nach demselben gelehrt haben, legten das entscheidende Gewicht auf die Auswahl der Holzarten nach Maßgabe der Ansprüche, welche dieselben an Boden, Lage und Klima machen, jedoch ohne diese Ansprüche genauer zu bezeichnen und scharf zu vergleichen.

Gwinner läßt nur dann Ausnahmen von dieser Richtschnur zu, „wenn eine Holzart für eine gewisse Gegend einen besonderen technischen Wert hat, z. B.

zu Hopfenstangen, Weinbergspfählen und wenn eine andere Holzart einen schnelleren und größeren Geldertrag abwerfen würde und dieser berücksichtigt werden muß."

Nach **Stumpf** ist die Buche „eine der vorzüglichsten und wichtigsten einheimischen Holzarten und nimmt die besondere Aufmerksamkeit des Forstwirts in Anspruch". Die Eiche „ist einer der schönsten, größten und wertvollsten deutschen Waldbäume". Die Birke ist „eine sehr nützliche Holzart". Die Erle „gehört zu den forstlich wichtigsten Laubholzbäumen". Die Hainbuche ist „eine sehr nützliche, im forstlichen Betriebe besonders beachtenswerte Holzart". Der gemeine Ahorn „verdient eine besondere Aufmerksamkeit der Forstwirte". Das Holz der Esche ist „geschätzt". Die Weißtanne ist „einer der schönsten einheimischen Waldbäume und nimmt daher das Interesse des Forstwirts besonders in Anspruch". Die Fichte ist „nicht nur in Bayern sondern in ganz Deutschland eine der am meisten verbreiteten Holzarten, übertrifft im Höhenwuchs alle anderen Baumarten und steht in der Geradschaftigkeit keiner anderen nach, liefert das schönste, längste Bauholz und das meiste Nutzholz". Die Kiefer ist „eine der nützlichsten unserer einheimischen Holzarten". Die Lärche „hat die gebührende Aufmerksamkeit der Forstwirte erlangt". Weitere Richtpunkte für die Auswahl teilt Stumpf nicht mit.

Karl **Heyer** bespricht zwar die Auswahl der Holzarten nach der relativen Einträglichkeit derselben; aber er beschränkt sich auf die allgemeine Bemerkung, daß der durchschnittlich jährliche Holzmassenzuwachs in ziemlich geradem Verhältnis zur Schnellwüchsigkeit der Holzart stehe.

Karl **Fischbach** meint, daß der Forstwirt nur mit größter Vorsicht, allmählich und im kleinen die einer Gegend heimischen Holzarten verdrängen dürfe, weil sich für die Beurteilung des künftigen Holzabsatzes keine bestimmten Regeln an die Hand geben lassen. Ferner will Karl **Gayer** den Schwerpunkt der Frage, welche Holzart auszuwählen sei, mit aller Entschiedenheit in die richtige Standortswürdigung verlegt haben. Es sei Gewissenspflicht des Holzzüchters, alle anderen Rücksichten entfernt zu halten.

Ausführlich bespricht Heinrich **Burckhardt** diese Fragen. Er räumt zwar die vortrefflichen Eigenschaften der Fichte ein und verkennt nicht die geringen Leistungen der Rotbuche. „Die höchsten Gelderträge unserer Waldungen liegen entschieden auf Seiten der Fichtenwirtschaften, zumal bei besseren Hölzern, die überall Absatz finden. Im Bauwesen ist stets der schwertragende Fichtenstamm, auf den Sägmühlen der Fichtenbloch geschätzt. Die Fichte ist wie die Tanne der Baum der Holzindustrie." „Inzwischen ist es allbekannte Thatsache, daß sonderliche Rentabilität meisten Orts die starke Seite unserer Buchenwirtschaften, namentlich der größeren, nicht ist." Aber Burckhardt fährt fort: „So großen Nutzwert die Fichte auch besitzt und so günstig sie sich im allgemeinen im Ertrage stellt, so treten andere Holzarten und Betriebe ihr gegenüber dennoch nicht in den Hintergrund. Die Verschiedenheit des Standorts bringt bald diese, bald jene Holzart mit sich; außerdem sprechen die wirtschaftlichen Verhältnisse mit; durchgreifende Umwandlungen nimmt man nicht so leicht vor, wo eine durchgebildete Waldart billigen Anforderungen genügt. Auch die größere Sicherheit des Laubholzes ist nicht gering anzuschlagen." Zwar ist „die Fichte in ihren

Bodenansprüchen immerhin mäßig, dabei den Boden sehr verbessernd;" aber die Buche ist häufig an specifischen Buchenboden gebunden, liefert vorzügliches Brennholz und auf gutem Boden eine nicht geringe Holzerzeugung, in ihrer Art und an ihrem Ort hat z. B. die Kiefer im Sande, die Erle im Bruche wirtschaftliche Vorzüge. Auch die Kiefer gehört zu den sehr nützlichen Waldbäumen, weil sie rasch wächst, viel Holz erzeugt und auf den mittleren und besseren Bodenklassen eine erhebliche Menge Bau- und Nutzholz liefert. Die Gelderträge der Kiefernwirtschaften stehen im allgemeinen und nach Verhältnis ihres Bodens nicht ungünstig, wie sehr auch öftere Unglücksfälle den Ertrag herabdrücken." Die Gebrauchsfähigkeit der Weißtanne sei geringer, als die der Fichte; aber unstreitig werde die Weißtanne von Bruchschäden aller Art, wie auch von Insektenschaden, ferner von Rotfäule ungleich weniger betroffen, als die Fichte. Besonders rühmenswert findet Burckhardt die Lärche wegen der Schnellwüchsigkeit und der vortrefflichen Güte des Holzes. Aber die Königin der Waldbäume, in allen deutschen Gauen geachtet, sei die Eiche. So weit Burckhardt. Er folgt, wie er sagt, dem Pfeilschen Ausspruch: „Fraget die Bäume, wie sie erzogen sein wollen, und sie werden euch besser darüber belehren, als die Bücher es thun."

IV.

Die Gebräuche der forstlichen Praxis bei der Auswahl der Holzarten für die Nachzucht.

Auf den letzten Blättern habe ich, wie ich hoffe, die Anschauungen und Bestrebungen der Waldbauschriftsteller bezüglich der Holznachzucht richtig charakterisiert. Es erübrigt noch, die Gebräuche, die in der forstlichen Praxis vorherrschend beobachtet worden sind, kennen zu lernen. Das ist bald geschehen! Man war mit seltenen Ausnahmen bestrebt, die Holzgattungen, welche die regellose Ausnutzung des deutschen Waldes im achtzehnten Jahrhundert übrig gelassen hatte und die sich infolge des Schattenerträgnisses und des Vermögens, vom Stocke auszuschlagen, fortzupflanzen wußten, auch im neunzehnten Jahrhundert sorgsam zu erhalten. Durchgreifend war überall die Tendenz, die Laubhölzer an allen Orten, wo sie gedeihen, namentlich auf den besseren Bodenteilen, von den verdrängenden Nadelhölzern frei zu halten. Aber dieses Bestreben der Forstwirte scheiterte oft an der Standortsbeschaffenheit. Auf dem armen, trockenen Sandboden, der namentlich in großer Ausdehnung in dem weit ausgestreckten norddeutschen Flachlande gefunden wird, gedeihen in der Regel weder Buchen, noch

Eichen, Eschen, Ahorn 2c. In den deutschen Gebirgen, namentlich im bayrischen Gebirge, im Schwarzwald, Frankenwald, Thüringerwald, Harz und im schlesischen Gebirge, waren Fichten und Tannen heimisch geworden — und vor allem die rasch wüchsige und dunkel beschirmende Fichte ist „eine gewaltthätige Holzart". Aber auch hier suchte man auf den besseren Flächenteilen Buchen und Eichen nachzuziehen — nicht nur in Mischung mit den Nadelhölzern, was ja berechtigt ist, sondern auch in reinen Horsten, Gruppen und größeren Beständen. Ueberall war die Absicht bestimmend, die Nadelhölzer auf die Blößen und Lücken der Laubholzbestände, überhaupt auf die minder kräftigen Bodenteile zurückzudrängen, und auch hier möglichst bald zur Laubholzzucht zurückzukehren. Namentlich in dem breiten Gebiet, welches im westlichen Deutschland von Schleswig-Holstein bis zu den Alpen herabzieht, ist in den ebenen Lagen, den Vorbergen und Mittelgebirgen auf den hier weitverbreiteten ertragsreicheren Bodenklassen der Laubholz-, zumeist Buchenhochwald, vorherrschend erhalten worden — schwach mit Eichen und auf den verbliebenen Lücken und Blößen mit Nadelholz gemischt.

In den bayrischen Alpen, in denen die Fichte herrscht, ist nach den amtlichen Wirtschaftsregeln „die Erhaltung und Erziehung der Buche, Eiche, Esche, Ulme in Lagen, welche diesen Holzarten besonders zusagen, nach Thunlichkeit im Auge zu behalten". „Je besser der Boden für die Buche sich zeigt und je geschützter die Lage ist, desto mehr begünstige man diese Holzart." In der Landschaft zwischen den Alpen und der Donau und auf dem angrenzenden Teile des fränkischen Jura soll „die Buche auf allen Flächen, welche sie gegenwärtig rein einnimmt und wo sie auch in der Folge gutes Gedeihen verspricht, erhalten und vor der Verdrängung durch andere minder edle Holzarten gesichert werden". In den Waldungen des ehemaligen Fürstentums Eichstädt sind die Buchenbestände, die häufig rein vorkommen, so sorgsam mit Buchen und kleinen Eichenhorsten zu verjüngen, daß selbst auf trockenem Boden lediglich Holzarten (Kiefern und Lärchen) beigepflanzt werden dürfen, welche das Laubholz weniger verdrängen als die Fichte. Selbst für den bayrischen Wald, in dem die Buche mit der Fichte und Tanne gemischte Bestände bildet, wird vorgeschrieben: „Je besser und arthafter der Boden für die Buche sich zeigt und je geschützter die Lage ist, desto mehr begünstige man die Buche und sichere ihr das Uebergewicht." Bei der Ueberführung der Mittelwaldungen in Hochwald (in Unterfranken in größeren Komplexen, in mehreren Forstämtern von Oberfranken, Mittelfranken und Schwaben) ist die „künftige Hochwaldwirtschaft vorzugsweise auf Buchen und Eichen zu richten". In den Haßbergen (zwischen dem Main

unterhalb Bamberg und der meiningenschen Grenze) soll die Kiefer ausgehauen und abgeköpft werden, wenn sie sich zu stark einmischt und das Laubholz zu verdrängen sucht. Auch die „Kultur der Fichte, obgleich dieselbe auf dem bindenden Keuperboden ihren natürlichen Standort findet und sich allenthalben eindrängt, soll selbst beim Blößenanbau keine Rücksicht genommen werden, weil sie das Laubholz verdrängt und häufig wieder entfernt werden muß". Im Spessart „bleibt der Anbau von Nadelholzbeständen auf die krüppelhaft mit Laubholz bestockten Vorberge beschränkt, wo von einer Wiederbestockung mit Buchen und Eichen, wenigstens für jetzt, ein Gedeihen nicht zu erwarten ist. Im Innern der Laubholzmassen sollen bleibende Nadelholzbestände größerer Ausdehnung möglichst entfernt gehalten werden und auch die früher daselbst angelegten, einen Mißstand bildenden, einzelne Nadelholzpartien und Horste bei Verjüngung ihrer Umgebungen wieder in Laubholz umgewandelt werden." Im Pfälzerwald soll „der bessere Teil des Waldbodens den Eichen und Buchen überlassen und . . . eingeräumt werden."

Im Fichtelgebirg, Frankenwald und in der Oberpfalz (im Bergland zwischen dem bayr. Walde und Fichtelgebirge, im Regengebirge, dem Nabland und Frankenjura) herrschen die Nadelhölzer vor. Hier soll die Buche nur beigemischt werden.

Für die württembergischen Staatswaldungen wird die Erziehung der Rotbuche in Mischung mit Nadelhölzern 1864—1866 ausnahmslos vorgeschrieben. Uebrigens nimmt 1880 das Laubholz noch 31,4%, die Mischungen nur 9% der ertragsfähigen Staatswaldfläche ein.

In Baden bedeckt 1880 das Laubholz 70% der Staatswaldungen*), in Hessen zwischen 60 und 70%, in Elsaß-Lothringen 47%, gemischte Bestände finden sich auf 36%, und Nadelholz auf 16%, in den Staatswaldungen der Regierungsbezirke Wiesbaden 87%, Koblenz 78%, Trier 84%, Köln 73%, Aachen 72%, Düsseldorf 55%, Minden 73%, Münster 72%, Holstein 67%, Schleswig 97%, in Braunschweig 65%, in Waldeck und Lippe fast die gesamte Waldfläche.

Die Begünstigung der Laubholzzucht wird von den obersten Behörden der größten deutschen Länder mit besonderem Nachdrucke konstatiert. In Preußen bildet der Buchenbetrieb die „Hauptbasis der Wirtschaft", obgleich „das Augenmerk auf die Nutzholzerziehung gerichtet ist" und „insbesondere dahin gestrebt wird, die ausgedehnten Buchenforsten mancher Gegenden zu einer erweiterten

*) Krutina hat (1874) das Vorkommen der Holzarten in den badischen Gemeindewaldungen (61% Laubholz, 31% Nadelholz) nach den geognostischen Formationen dargestellt; das Nadelholz beträgt über 50% auf Lias (72%), Porphyr (63%), Granit (61%), Rotliegendes (59%) — im übrigen, namentlich auf Keuper, Muschelkalk, Diluvium und Alluvium, Dolorit und Jurakalk herrscht das Laubholz vor.

Nutzholzproduktion zu bringen". Soweit die Standortsverhältnisse es gestatten, wird der Erhaltung und dem Anbau des Laubholzes besondere Aufmerksamkeit zugewendet, besonders der Eiche, deren Nachzucht und Anbau begünstigt wird, wo noch irgend auf Erfolg zu rechnen ist.

In Bayern werden die früher als Mittel- und Niederwald behandelten Forste zu Laubholzhochwald übergeführt. Nadelholz wird nur angebaut, „wo der herabgekommene Waldstand es nicht mehr anders gestattet oder die Rücksicht auf die baldige Befriedigung des Bauholzbedarfs (sic!) maßgebend ist". Aus volkswirtschaftlichen Rücksichten (welchen?) werden die vorhandenen Laubholzwaldungen als solche zu erhalten gesucht. Dagegen gehörten in Sachsen 1863 von der Holzbodenfläche zum Nadelholz 91,3 %, und zu Buchenhochwald nur 3,2 %. In Württemberg wird, wie schon oben bemerkt wurde, die Erziehung der Rotbuche in Mischung mit Nadelhölzern vorgeschrieben.

V.

Der Anbau fremdländischer Holzarten.

Am Ende des achtzehnten Jahrhunderts war man eifrig bestrebt, fremde, namentlich amerikanische Holzarten in Deutschland einzubürgern und raschwachsende einheimische Holzarten, namentlich Birken, Pappeln, Weißerlen in reinen Beständen anzubauen. Man wollte um jeden Preis der drohenden Holznot entgegenwirken. Vor allem empfahl Medicus den Anbau der Akazie; sie sollte, wie er behauptete, den fünfzigfachen Ertrag der „ordinären" Waldungen liefern.

Von den fremdländischen Holzgattungen, deren Anbau man in Deutschland versuchte, sind heute in unseren Waldungen fast nur noch Spuren aufzufinden, fast lediglich Akazien und Weymouthskiefern einzeln stehend und in Horsten.

1) Die Weymouthskiefer, Pin. Strobus L.

Am meisten verbreitet ist die Weymouthskiefer. Die größten reinen Bestände finden sich in Schlesien (Schulitz, 8,1 ha mit 85jährigen Stämmen und 4,3 ha mit 80jährigen Stämmen) und in Bayern (Ansbach, 8,74 ha mit 80jährigen Stämmen). Im

Einzelstande ist diese Holzart in sehr vielen Waldgebieten Deutschlands angepflanzt worden.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Weymouthskiefer im Massenertrag alle deutschen Nadelhölzer übertrifft. Uebereinstimmend wird der Jahreszuwachs auf 12—13 Festmeter per Hektar angegeben. Dieser Ertrag wurde, wie Bieber 1859 dem mährisch-schlesischen Forstverein berichtet, noch in einer Höhenlage von 1700 Fuß über dem Meere im 58. Jahr erreicht (Dominium Boskowitz)

Der Nadelabfall ist viel beträchtlicher, wie bei der gemeinen Kiefer. Die langen, feinen und weichen Nadeln gehen auch rascher in Verwesung über, als die Nadeln der gemeinen Kiefern.

Die Weymouthskiefer ist ferner sehr schattenertragend. Man hat sie in Hannover zum Unterbau gelichteter Eichenbestände verwendet; die Pflanzen zeigten dabei üppigen Wuchs. Die Bestände lichten sich deshalb auch erst mit höherem Alter.

In Bezug auf Bodenkraft ist die Holzart sehr anspruchslos. Auf dem magersten Boden leistet sie mindestens ebensoviel als die gemeine Kiefer, indem sie demselben einen sehr reichlichen Nadelabwurf zukommen läßt.

In Bezug auf Winterkälte leidet sie in der Regel nicht; nur in einzelnen Gegenden Süddeutschlands ist sie infolge strengen Winterfrostes noch im über 30. Altersjahre eingegangen. Aus bis jetzt unbekannten Ursachen vertrocknet jedoch dieser Waldbaum häufig im Alter von 15—25 Jahren.

Hinsichtlich der Schneedruckgefahr lauten die Angaben widersprechend. Im Jahre 1868 wurden die Kiefern und Fichtenbestände in Voigtsgrün (Sachsen) außerordentlich hart betroffen und zwar gleichmäßig stark; dagegen wurde von den an demselben Orte befindlichen Weymouthskiefern auch nicht ein Stamm gebrochen. Auch im Vogelsberg soll sie besonders widerstandskräftig gegen Schneedruck sein. Der Verfasser beobachtete dasselbe im Odenwald; jedoch waren die Bestände der gemeinen Kiefer gesäet, der Weymouthskiefernbestand dagegen gepflanzt und viel weitständiger. Weise sagt auf Grund der aus allen Teilen Deutschlands erfolgten Mitteilungen: der Schnee bricht sie, wie alle übrigen Holzarten. Auch der Sturm hat mehrfach Schaden gethan (bei Erfurt und im Regierungsbezirk Wiesbaden). Nach anderen Berichten soll jedoch

diese Holzart widerstandskräftiger gegen den Sturm sein, als die Fichte.

Die Gebrauchsfähigkeit des Weymouthskiefernholzes wird vielfach angezweifelt; dasselbe ist dem Holzverbrauch noch fremd und wird oft höher, oft niedriger bezahlt, wie das einheimische Nadelholz. Unstreitig hat das sehr weiße Holz als Fußbodenbretter, Packkisten, für die Zündholzfabrikation 2c. hohen Wert.

Rittergutsbesitzer von Hanke teilt eine vergleichende Beobachtung über die Dauer mit. In Dudersee wurde vor 25 Jahren in der großen Stube des ehemaligen Kruges nach Westen und nach Süden je ein Fenster mit Eichenholz und mit Weymouthskiefernholz angefertigt; vor 5 Jahren mußten die Eichenfenster erneuert werden, während die Weymouhtskieferfenster noch untadelhaft waren.

Die Schütte scheint diese Holzart nicht in erheblichem Maße zu treffen. Im Regierungsbezirk Koblenz wurden die heimischen Kiefern von dieser Krankheit stark mitgenommen, während die benachbarten Weymouthskiefern unangegriffen blieben. Nach anderen Berichten soll sie gleichfalls der Schütte unterliegen.

Gegen Spät- und Frühfrost unempfindlich, wird diese Holzart von Insekten nur im geringen Grade beschädigt.

Jedenfalls verdient die Verbreitung der Weymouthskiefer die hervorragende Beachtung der Forstwirte. Man sollte die größere Ausgabe für Beschaffung des Samens nicht scheuen, denn die Vermehrung der Kulturkosten wird durch die höheren Ertragsleistungen dieser Holzart hinlänglich ersetzt — zumal in Schneedrucklagen.

2) Die Akazie (Robinia Pseud-acacia L.).

Für dürre Bergabhänge mit flachgründigem, trockenem Boden (mit Ausnahme des Moorgrundes und des strengen Thonbodens) ist diese raschwüchsige Holzart beachtenswert, namentlich im Ausschlagbetriebe. Sie liefert ein hartes, zähes und sehr dauerhaftes und brennkräftiges Holz, welches zu Erd- und Wasserbauten, für fast alle Holzgewerbe, zu Wein- und Obstbaumpfählen, zu Schiffsnägeln 2c. sehr gesucht ist. Aber leider ist das Bodenverbesserungsvermögen der Akazie sehr gering; die Belaubung ist locker, das Laub verwest rasch und der Boden wird licht gestellt.

Beim Verpflanzen empfiehlt sich das Zurückschneiden bis auf 0,8—1 m Länge.

3) Die Douglasfichte, Abies Douglasii (Ldl.) hat auch in Deutschland das ihr nachgerühmte rasche Wachstum gezeigt. Sie

wurde durchschnittlich mit 40 Jahren 23 m hoch. Allein dieser Baum wird sehr oft durch Winterkälte zerstört; der Anbau im großen und zur vorherrschenden Bestandsbildung dürfte vorläufig noch nicht ratsam sein.

4) Die Nordmannstanne, Abies Nordmanniana (Lk.), welche in den Gebirgen der Krim und östlich vom Schwarzen Meere 25—30 m hohe Stämme bildet und bis 1950 m emporsteigt, soll vorzügliches Holz haben. Sie scheint der Winterkälte viel besser zu widerstehen, als die Douglasfichte. Allein ältere Stämme sind in Deutschland so selten — zwei 45jährige und ein 90jähriger Stamm —, daß man nicht zu beurteilen vermag, ob diese Holzart die besten einheimischen Nadelhölzer, namentlich Lärchen, übertreffen wird.

5) Ulmus americana L. hat sich im Schwetzinger Schloßgarten vortrefflich bewährt. 140jährige Stämme hatten einen Durchmesser (Brusthöhe) von durchschnittlich über einen Meter und eine Höhe von 35—40 m. Das Holz wurde dort als Nutzholz wie als Brennholz sehr gesucht und gut bezahlt. Da diese amerikanische Ulme winterfest ist, so kann sie vielleicht die deutsche Ulme mit Nutzen ersetzen.

6) Die übrigen Holzarten, die zum Anbau empfohlen worden sind, kommen teils in Deutschland nur in jugendlichen Exemplaren vor, die keine Beurteilung der Massenproduktion und Holzgüte gestatten, teils ist nach den bisherigen Erfahrungen zu befürchten, daß sie bei sehr strengen Wintern erfrieren werden. Deshalb ist die Anzucht im großen vorerst nicht ratsam.

Für trockene Lagen, besonders in Kalkbergen, ist wie schon oben bemerkt wurde, der Anbau der Schwarzkiefer empfehlenswert, deren Anzucht durch Pflanzung (namentlich Ballenpflanzung) zumeist sicheren Erfolg hat. Sie ist, wie man in der Gegend von Fulda beobachtet hat, raschwüchsiger als die gemeine Kiefer, auch schattenertragender und bessert den Boden in hervorragendem Maße. Als Bauholz soll sie sogar, wie versichert wird, an Güte der Lärche gleichstehen und ein vortreffliches Brennholz liefern. Die Frage, ob sie gegen Schneedruck besonders widerstandskräftig ist, scheint bejaht werden zu müssen, obgleich sie in Oesterreich nicht so widerstandskräftig ist, wie die Fichte.

VI.

Resultate der Untersuchungen im vierten Abschnitt.

Zur Erleichterung der Uebersicht will ich die Hauptergebnisse der vorstehenden Erörterungen kurz zusammenfassen:

1) Die vergleichende Ermittelung der Produktion der wichtigsten Waldbaumgattungen nach Holzmasse und nach dem Gebrauchswert dieser Rohmasse hat den Leitstern für die Auswahl der Holzarten, welche der Forstmann örtlich anzubauen hat, zu bilden.

2) Zum Zweck dieser Ermittelung kann man drei Standortsgattungen unterscheiden:

a. Standorte, welche die wichtigsten Baumhölzer — namentlich Lärchen, Fichten, Tannen, Kiefern und Eichen — zur ungehemmten Entfaltung ihrer natürlichen Wachstumskraft befähigen.

b. Standorte, auf denen die genannten Holzarten zwar wachsen, jedoch diejenigen Holzarten, welche nach ihrer Natur auf einen geringeren Wasserverbrauch angewiesen sind, besser gedeihen, als die anspruchsvollen Waldbaumgattungen.

c. Standorte, die entweder sehr trocken und flachgründig oder feucht bis naß sind.

3) Auf den ad b genannten Standorten gedeihen die wichtigsten Holzarten wahrscheinlich in folgender Rangordnung von den trockeneren zu den frischeren Waldböden: gemeine Kiefer, Traubeneiche (als Stockschlag), Lärchen (in geeigneten Lagen), Fichten, Weißtannen, Hainbuchen, Rotbuchen, Traubeneichen, Stieleichen. Für sehr trockene Standorte ist die Wahl gewöhnlich auf die Schwarzkiefer, die gemeine Kiefer und den Eichenstockschlag beschränkt; bei nassen Standorten auf die Erle.

4) Auf den Standorten ad a und b ist die Jahresproduktion der Kiefer (Festmeter per Hektar im 80jährigen Durchschnitt) in den Ebenen, den Hügelländern und Vorbergen nach der Ansicht des Verfassers ein angemessener, allgemein anwendbarer Maßstab für die Vergleichung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der anbaufähigen Holzgattungen, indem festgestellt wird, welche Rohmassen und welche Gebrauchswerte Fichten-, Eichen-, Tannenbestände 2c. auf einem

Standort jährlich produzieren, auf dem die Kiefer 3, 4, 5 . . . Festmeter Jahreszuwachs hat. Im Hochgebirge kann die Fichte an die Stelle der Kiefer treten.

5) Nach den bis jetzt vorliegenden, leider sehr dürftigen und lückenhaften Untersuchungen, welche weit von der oben genannten scharfen Vergleichung entfernt geblieben sind, kann man vermuten, daß die drei Holzarten, die hauptsächlich in geschlossenen, mehr oder minder reinen Beständen erzogen worden sind, hinsichtlich der Brennwertproduktion ungefähr die folgende Rangordnung einnehmen: Fichten (1,00), Kiefern (0,87), Rotbuchen (0,67). Bei der Erziehung im Lichtungsbetrieb wird sich jedoch die Brennwertproduktion dieser drei Holzarten per Flächeneinheit vielleicht gleichstellen.

Hinsichtlich der Nutzholzproduktion steht die Lärche, wo sie gedeiht, an der Spitze, dann folgen Fichten, Weißtannen, Kiefern und Eichen, während die Buche zur Bildung des Haubarkeitsbestands völlig unzulässig ist. Es ist vorläufig kein Grund zu finden, an die Stelle der Fichte die Weißtanne treten zu lassen. Die Kiefer kann der Fichte und Tanne bei der Erziehung im Kronenschlusse den Rang streitig machen, wenn der Standort zur Trockenheit neigt. Im Lichtungsbetriebe wird die Kiefer auch auf gutem Standort wahrscheinlich mehr leisten, als die Fichte.

6) Die Unterschiede in der Bereicherung des Bodenhumus durch den Laub- und Nadelabwurf verschiedener Holzgattungen lassen sich vorläufig nicht bemessen. Es ist möglich, daß der Beschattungsgrad auf die Erhaltung und Förderung der Bodengüte größeren Einfluß ausübt, als der genannte Laub- und Nadelabfall.

7) Die Verringerung des Wertertrags der Nadelhölzer, namentlich der flachwurzelnden Fichte, durch Windwurf, Schneedruck und Insektenfraß ist nach den Beschädigungen von 1800 bis 1883 verschwindend klein.

8) Die bisherigen Lehren der Schriftsteller sind hinsichtlich der Auswahl der anbauwürdigsten Holzarten unbestimmt und geben uns keinen sicheren Wegweiser.

9) Die forstliche Praxis hat auf den besseren Standorten des deutschen Waldes — d. h. mit Ausschluß der Sandebenen und der hohen Gebirgslagen — mit Vorliebe Laubholz nachgezogen, die

Eiche zu begünstigen gesucht, mit der Hauptmasse jedoch Rotbuchenholz produziert. Die Nadelhölzer sind im großen und ganzen nur auf den von Natur aus trockenen und unkräftigen Standorten und in den höheren Gebirgslagen geduldet, im übrigen als Lückenbüßer zugelassen worden.

10) Unter den fremdländischen Holzarten ist in erster Linie die **Weymouthskiefer anbauwürdig.**

Fünfter Abschnitt.

Die Wachstumsleistungen der Waldbäume beim Zusammenleben schattenertragender und lichtbedürftiger Gattungen.

I.

Die Untermischung der Holzgattungen nach ihrer Einwirkung auf die Erhöhung des Werterlrags im allgemeinen.

Die Waldbäume sind nicht nur verschieden nach ihren Ansprüchen an die Bodenkraft, nach der Produktion von Holzmasse, nach der Holzgüte 2c., sie sind auch hinsichtlich des Lichtgenusses, den sie zu ihrem Gedeihen nötig haben, sehr ungleich veranlagt. Man unterscheidet schattenertragende und lichtbedürftige Holzgattungen und dieses Verhalten gegen Licht und Schatten manifestiert sich schon durch die Dichtigkeit oder Lockerheit der Baumkrone.

Während der Vegetationszeit vollzieht sich im Walde unausgesetzt ein erbitterter, wenn auch geräuschloser Kampf der Baumhölzer ums Dasein. Eine Gattung bekämpft die andere und innerhalb derselben Gattung suchen die stärkeren Gerten, Stangen und Stämme ihre schwächeren Gattungsgenossen zu überwachsen, einzuengen und zu ersticken. Es ist ersichtlich, daß diejenigen Waldbäume, deren Blätter und Nadeln in erster Reihe auf den vollen Lichtgenuß bei ihrer Arbeit angewiesen worden sind, dieser Umarmung durch dunkel bekronte Nachbarn nur entrinnen können, indem sie von Jugend auf durch voraneilenden Höhenwuchs ihre Kronen emporheben in das intensive Licht und dieselben beständig

in dieser hervorragenden Stellung erhalten. Sie würden erstickt werden, wenn ihre Kronen längere Zeit im Schatten verweilen müßten.

Die lichtbedürftigen Holzgattungen, welche die „natürliche Zuchtwahl" im früheren Urwalde ausgebildet und übrig gelassen hat, die Lärchen, Eichen, Kiefern, Birken, Eschen ꝛc. werden, so muß man nach diesem grundlegenden Naturgesetz erwarten, sämtlich rascher wachsen als die schattenertragenden Holzarten*).

Der Forstmann kann, so wird man denken, diese Verschiedenheit der Waldbäume im Höhenwuchs und Lichtbedarf für die Steigerung der Wertproduktion im Walde ausnutzen, indem er vorwachsende, lichtbedürftige und nachwachsende schattenertragende Holzgattungen planmäßig zusammenstellt und dadurch alle Höhenschichten des Wachsraums ausfüllt. Man kann denken: wenn die Baumkronen etagenweise übereinander aufgebaut werden, die lichtbedürftigen über die schattenertragenden, so wird das eindringende Licht vollständig absorbiert und der Bodenraum durch eine dichte Verzweigung der Wurzeln am gründlichsten benutzt werden.

Leider wird dieser schichtenförmige Aufbau des Holzwuchses die Wertproduktion nicht in einem beachtenswerten Maße verstärken können. Wenn lichtbedürftige Holzarten, wie Eichen, Lärchen, Kiefern, Eschen ꝛc. wegen ihrer höheren Leistungsfähigkeit anbau-

*) Für den Forstwirt ist sicherlich die Erörterung der Frage interessant, ob diese lichtbedürftigen und raschwüchsigen Holzgattungen auch hinsichtlich der Massenproduktion und Holzgüte auf höherer Stufe stehen, als die schattenertragenden, langsam wachsenden Holzgattungen. Man kann denken: wenn die raschwüchsigen Holzarten mit derselben Assimilationskraft (in den Spaltöffnungen und Chlorophyllkörpern) begabt worden sind, wie die langsam wachsenden Waldbäume, so werden die ersteren einen Vorsprung in der Holzbildung erreichen, weil sie früher und nachhaltiger ihre Kronen emporstrecken über das Halbdunkel des Kronenraumes, in welchen die schattenertragenden und langsam wachsenden Holzgattungen längere Zeit zu verharren vermögen. Die Untersuchung wird zwar keine unmittelbar praktisch anwendbaren Resultate liefern, aber es ist immerhin interessant, diese Beziehungen bei der ferneren Darstellung nicht aus den Augen zu verlieren, vielmehr zu beachten, ob die Holzarten im Höhenwuchs dieselbe Rangordnung einnehmen, wie in der Massenproduktion (etwa wie folgt: Lärchen, Fichten, Tannen, Kiefern, Eichen) und namentlich, ob die schattenertragende Rotbuche hinsichtlich der Raschwüchsigkeit auf gleich tiefer Stufe steht, wie hinsichtlich der Holzerzeugung.

würdiger erscheinen als schattenertragende Holzarten, wie z. B. Buchen, so müssen selbstverständlich die ersteren, um den vollen Effekt zu gewähren, so nahe aneinandergerückt werden, daß besten Falls nur ein sehr geringer Abstand der Zweigspitzen verbleibt. In diesem Falle wird zwar immer noch Licht zum Boden dringen und hier Unkrautwuchs, Vertrocknung und Verangerung bewirken. Es ist der Mitanbau dunkel belaubter Holzgattungen geboten. Aber im Unterstand kann kein Baumwuchs erzeugt werden. Es mangelt die helle Beleuchtung, die wir oben als die wirksamste Triebkraft des Pflanzenwuchses erkannt haben. Unter den genannten lichtbedürftigen Holzarten, wenn dieselben nicht vereinzelt stehen, sondern den Wachsraum in der erforderlichen vollständigen Weise ausfüllen, wachsen selbst Buchen und Fichten, wie man überall sehen kann, nicht zu Nutzholz liefernden Baumholzbeständen, sondern im günstigsten Falle zu Stangenhölzern auf.

Man kann deshalb nur untersuchen, ob die Wertproduktion durch die Untermischung der wenigen Holzgattungen, die wir als die nutzfähigsten und produktivsten im vorigen Abschnitt erkannt haben, **als Baumholz und in annähernd gleicher Höhenschicht** wesentlich gesteigert werden kann. Man kann denken, daß den schattenertragenden und lichtbedürftigen Holzarten während der Erziehung eine Stellung gegeben werden kann, welche die Kronen der schattenertragenden Stämme viel näher heranrückt an die Kronen der lichtbedürftigen Holzarten als an die dunkel schirmenden Kronen der gleichen Gattung. Man kann sagen, daß die Aeste und Zweige der Fichte und Tanne noch genügenden Lichtgenuß selbst im Kronenraum der Eiche und Lärche finden werden. Es ist möglich, theoretisch sogar wahrscheinlich, daß auf diesem Wege die Wertproduktion erhöht werden kann — genaue Nachweise, ob die Wirkung praktisch bedeutungsreich ist, mangeln bis jetzt. Praktisch wird es sehr schwer sein, eine derartige planmäßige Stellung auf großen Waldflächen zu begründen und zu erhalten.

Im übrigen wird die Untermischung der Holzarten in der Erhöhung der Wertproduktion der Bestände **während des Baumholzalters** hervorragende Erfolge **nicht** zu finden vermögen. Denn selbstverständlich würde es sinnlos sein, den

Rot- und Hainbuchen, überhaupt den Holzarten, welche in der quantitativen und qualitativen Leistungskraft weit zurückstehen, als Baumhölzer in gleicher Höhenschicht weit ausgedehnten Wachsraum zu gestatten und dadurch die nutzfähigsten Holzgattungen, die wir früher kennen gelernt haben, zu verdrängen oder wenigstens zu beschränken.

Man kann auch nicht behaupten, daß die Beförderung des Höhenwuchses und der Schaftbildung in der Jugendzeit die Untermischung von Holzgattungen bedingt, welche in den Lichtansprüchen und im Höhenwuchs verschieden sind. Hierzu ist, wie wir sehen werden, nur eine gewisse Annäherung der Kronen, welche die seitliche Astverbreitung einschränkt, erforderlich — und das findet man in den reinen im dichten Kronenschluß aufwachsenden Junghölzern mehr als genügend. Selbst die lichtbedürftigen Holzarten, Eichen, Lärchen, Kiefern 2c. kann man in diesen reinen, dicht geschlossenen Beständen aufwachsen lassen und erst dann unterbauen, wenn sie sich licht stellen und Schutz des Bodens notwendig wird.

Für die bisher vorherrschende Bestockungsform, die geschlossenen, gleichwüchsigen Hochwaldbestände, die in ein und derselben Höhenschicht ihre Baumkronen ausdehnen, hat sonach die Untermischung der Holzarten nur eine beschränkte Leistungskraft. Wenn auf diesem Standort die Fichte, auf einem andern Standort die Lärche oder Kiefer oder Eiche am produktivsten ist, so wird man die Werterzeugung kaum verstärken können, indem man minder produktive Waldbäume in gleiche Höhenschicht bringt. Man wird vielmehr die produktivsten Holzarten rein und unvermischt anzubauen und, sofern sie lichtbedürftig sind, später zu unterbauen haben. Für die geschlossenen Holzbestände haben sonach die Mischhölzer vorwiegend als Busch- oder Stangenhölzer Funktionen zu erfüllen.

Wir finden indessen in der Forstlitteratur wesentlich andere Ansichten über die waldbaulichen Leistungen, die man von gemischten Beständen erwartet.

Man behauptet zunächst, daß die Holzmassenproduktion und damit der Wertertrag in gemischten Beständen größer sei als in reinen Beständen. Genaue, beweisfähige Untersuchungen mangeln. Es ist, wie wir gesehen haben, nicht

anzunehmen, daß die Verschiedenheit der Holzarten im Lichtgenuß bei gleichhohen Beständen (z. B. Kiefern neben Fichten) die Massenproduktion wesentlich erhöhen wird. Aber wir werden im nächsten Abschnitt die hervorragenden Wirkungen kennen lernen, welche der Freistand auf die Produktion der Waldbäume ausübt. Es ist nicht zu bezweifeln, daß die höhere Produktion der gemischten Bestände, wenn dieselbe konstatiert wird, dadurch verursacht worden ist, daß die vorwachsenden Holzarten ihre Kronen ausgiebiger in vollen Lichtgenuß zu bringen wußten, als es die nur in ihrer eigenen Gesellschaft wachsenden Holzgattungen im gleich hohen, dicht geschlossenen reinen Bestand vermögen. Diese Lichtwuchswirkung läßt sich aber in noch viel höherem Maße hervorrufen, wenn man die Bestockungsform wechselt — und diesen Wechsel werden wir weiter unten besprechen.

Die Holzbestände werden, so behauptet man zweitens, gegen Wind-, Schnee- und Insektenbeschädigungen durch die Untermischung der Holzgattungen wirksam geschützt. Allein es ist wiederum auf den ersten Blick klar, daß dieser Schutz durch den Einzelstand der vorwüchsigen Nadelhölzer verursacht wird — durch die stufige Schaftbildung und die Vollsaftigkeit, welche die im Lichtstand produzierende Baumkrone hervorbringt. Zur Zeit der heftigen Luftströmungen sind die Baumkronen der Laubhölzer, die das Nadelholz umstehen und schützen sollen, in der Regel locker und licht, — man kann nicht annehmen, daß die Kraft des Windes durch dieselben gebrochen wird. Wenn die einzelständigen Fichten, Tannen und Kiefern sich nicht selbst zu schützen vermöchten, so würden sie sicherlich ebenso umgeworfen und umgebrochen werden als in reinen Nadelholzbeständen — hinter einer Wand von dicht benadelten Baumkronen. Zwar kann man sagen, daß die Beschädigung in einem geschlossenen, stammreichen Nadelholzbestand durch das Umwerfen, Umbrechen ꝛc., welches die fallenden Stämme verursachen, größer werden wird, als in gemischten Beständen. Wenn sich indessen die vorgewachsenen mit größeren Kronen versehenen Nadelhölzer nicht selbst zu schützen vermöchten, so würden die Verheerungen kaum geringer sein — es würden nur durchlöcherte Buchen- ꝛc. Bestände übrig bleiben, die eine sehr geringe Wertproduktion behalten würden.

Ebensowenig können die vorwachsenden Nutzholzstangen und -Stämme gegen auflagernden Schnee durch den Beistand der im Winter unbelaubten Buchen, Hainbuchen ꝛc. geschützt werden. Vielmehr verdanken die ersteren, wie man täglich beobachten kann, ihre Widerstandskraft nur der kräftigen Ausbildung.

Endlich wird diese Entwicklung des Nadelholzes in Mischbeständen vorzugsweise die Verringerung der Insektenbeschädigungen bewirken, denn die Insekten vermeiden vollsaftiges und bevorzugen kümmerndes Holz. Bis jetzt ist die Karl Heyersche Behauptung, daß in den gemischten Beständen die Feinde der Insekten zahlreicher vorkommen und denselben der Fang besser gelinge, nur eine Vermutung geblieben.

Die Vorzüge, die man den gemischten Beständen im Vergleich mit den reinen Beständen nachzurühmen pflegt, beruhen somit in der Hauptsache auf einer Veränderung der bisher eingehaltenen Gleichwüchsigkeit der Holzbestände, d. h. auf der freien Kronenentwicklung.

Ich werde im nächsten Abschnitt überzeugend darlegen, daß die geschlossene Erziehung der Holzbestände nur in der Jugendzeit statthaft, daß im Baumholzalter freier Raum für eine fünf- oder zehn- oder zwanzigjährige Kronenentwicklung zu öffnen ist. Zu diesem Lichtwuchsbetrieb bedarf man eine Schirmbestockung, welche den nutzholztüchtigsten, einzelständigen Waldbäumen in der Jugendzeit eine gute Schaftbildung verschafft und sowohl in der Jugendzeit, als nach der Auslichtung der Baumholzbestände den Boden beschattet. Ich werde am Ende dieses Abschnitts untersuchen, was die für diesen Zweck wahlfähigen Holzgattungen hinsichtlich der Erhaltung des Humus- und Wasservorrats im Boden leisten und wie sie auf die Erhöhung der Zwischennutzungserträge wirken. Aber zuvor müssen wir die Waldbäume nach ihrem Verhalten gegen Licht und Schatten, nach dem Höhenwuchs und den Wachstumsleistungen in den gemischten Beständen kennen lernen.

II.

Das Verhalten der Holzarten gegen Licht und Schatten und im Höhenwuchs.

Nach Maßgabe der Fähigkeit, eine dichte Krone zu bilden (indem sich unterdrückte Aeste und Zweige längere Zeit im lebenden Zustande erhalten) und nach dem Vermögen, unter mehr oder minder dichtem Schirm anderer Waldbäume zu wachsen, hat man die Holzgattungen lichtbedürftig und schattenertragend genannt und die Rangordnung hinsichtlich der Beleuchtungsansprüche festzustellen gesucht.

Seidensticker unterscheidet (1849) aktives und passives Verhalten der Holzarten gegen Beschattung. Aktiv, d. h. verdämmend, wirken die Hauptholzarten nach Seidensticker etwa in folgender Rangordnung (von dem höchsten Grade der Beschattungsfähigkeit an gerechnet): Fichte, Weymouthskiefer, Weißtanne, Buche, Linde, Hainbuche, Ahorn, Erle, Ulme, Kiefer, Lärche, Esche, Akazie, Eiche, Aspe, Birke. Bezüglich des passiven Verhaltens behauptet Seidensticker, daß der Feldahorn (und in zarter Jugend sämtliche Ahorne) ferner Buchen und Weißtannen die Beschattung nicht entbehren können, daß in der ersten Jugend Eichen, Fichten und Hainbuchen, letztere als Unterholz, einige Ueberschirmung dulden, dagegen Erlen, Birken, Kiefern, Lärchen, Aspen, Eichen (in vorgerückten Jahren), Akazien, Linden und Ulmen keine Ueberschirmung lieben.

Gustav Heyer hat dem „Verhalten der Holzarten gegen Licht und Schatten" eine geistvoll geschriebene Besonderschrift gewidmet (1852). Dieses Verhalten „manifestiert sich", so sagt Gustav Heyer, „durch den dichteren oder lichteren Baumschlag, in der Fähigkeit unterdrückter Stämme und Aeste, längere Zeit im lebenden Zustande sich zu erhalten und in dem Vermögen junger Pflanzen, im Schatten von älteren Bäumen zu gedeihen". Er habe „diejenigen Bäume, welche man in Deutschlands Waldungen häufiger findet, auf ihr Verhalten gegen Licht und Schatten geprüft". (In welcher Weise diese Prüfung im speciellen stattgefunden hat, wird nicht mitgeteilt.) Heyer bildet, indem er von den schattenertragenden Holzarten ausgeht, folgende Reihe:

Fichte, Weißtanne;
Buche, Schwarzkiefer;
Linde, Hainbuche;
Eiche;
Esche;
Ahorn, Erle, Ruchbirke;
Weymouthskiefer;
Gemeine Kiefer;
Ulme;
Weißbirke, Aspe;
Lärche.

Döbner kam später (1859) bezüglich der Eiche, Kiefer, Birke, Fichte, Weißtanne und Rotbuche zu gleichen Ergebnissen — unabhängig von Heyer. Von anderer Seite ist dagegen die von Heyer aufgestellte Reihenfolge mehrfach beanstandet worden; namentlich stellt man die Buche und Weißtanne in ihrem Schattenerträgnis der Fichte zuvor. G. Heyer räumt ein, daß zur genaueren Feststellung des Schattenerträgnisses der Holzarten künstliche Vorrichtungen nötig sind. Diese vergleichenden Versuche sind von der Forstakademie Münden (mittels hölzerner Lattengitter) begonnen worden, aber noch nicht zum Abschluß gelangt.

Inzwischen hat **Kraft** (1874) einen im Anfang der Vierziger Jahre in Hannover (Oberförsterei Misburg) angepflanzten Eichenbestand (Dreiecksverband mit 15jährigen Heistern in 3,5 m Pflanzweite), der im März 1866 mit Weißbirken, gemeinen Kiefern, Ulmen, Lärchen, Buchen, Weymouthskiefern, Weißtannen, Schwarzkiefern, Eschen, Fichten, Hainbuchen und Feldahorn unterpflanzt worden war, genau untersucht und die Länge der Pflanzen gemessen. Auf Grund dieser Untersuchung stellt Kraft folgende Skala für das Schattenerträgnis auf:

Buche und Weißtanne,
Hainbuche,
Spitzahorn und Bergahorn,
Fichte,
Esche,
Birke und Weymouthskiefer.
Lärche,

Schwarzkiefer,
Gemeine Kiefer.

Dagegen hält **Fischbach** (1877) die folgende Reihenfolge für die richtige: Buche, Tanne, Zürbel- und Weymouthskiefer, Fichte, Esche, Hainbuche, Schwarzkiefer, Traubeneiche, Ahorn, Ulme, Stieleiche, Erle, gemeine Kiefer, Lärche, Aspe, Birke. Burckhardt schreibt der Weißtanne ein größeres Schattenerträgnis zu, als der Buche und weit mehr noch soll die Tanne der Fichte an Schattenerträgnis voranstehen.

Obgleich die Angaben bei den einzelnen Holzarten nicht übereinstimmen, so wird man doch nicht fehl gehen, wenn man Buchen, Tannen, Fichten und Hainbuchen zu den schattenertragenden, alle übrigen Waldbäume — Weymouthskiefern und Schwarzkiefern vielleicht ausgenommen — zu den lichtbedürftigen Holzarten zählt.

Zur Ermittelung des gegenseitigen Verhaltens der Waldbäume **im Höhenwuchs** hat **Gustav Heyer** „eine große Anzahl von Messungen der Stammhöhen in allen Lebensaltern vorgenommen, sowohl auf verschiedenen Bodenarten, als in abweichenden Höhelagen und Expositionen". Heyer fand „bei solchen Bäumen, denen der Standort zusagte, wohl große Unterschiedlichkeiten im Wachstum, aber niemals eine Umkehrung der Wachstumsgesetze". Nach Heyer ergibt sich folgende Reihenfolge: In allen Lebensperioden überwachsen Lärchen, Aspen, Birken und Weymouthskiefern alle anderen Waldbäume. Dann folgt im Range die gemeine Kiefer und die Erle, letztere auf feuchtem Boden. Die Fichte wird in der frühen Jugend von allen anderen Holzarten überwachsen; aber schon gegen das 30. Jahr hat die Fichte diese Holzarten — Kiefern, Erlen, Lärchen, Birken, Aspen und Weymouthskiefern ausgenommen — überwachsen; sie stellt sich im höheren Alter den Kiefern und Erlen gleich. Die Weißtanne verhält sich ähnlich, wie die Fichte. Hierauf kommen etwa mit gleichem Rang Ulmen, Eschen, Eichen, Bergahorn, Spitzahorn. Auf der untersten Stufe stehen Rotbuchen und Hainbuchen, in vielen Oertlichkeiten wird jedoch die Eiche von der Buche überwachsen (z. B. im Spessart und Pfälzerwald, während an anderen Orten, z. B. in den Weserbergen, die Eiche raschwüchsiger ist, als die Rotbuche).

Indessen wird dieses Verhalten durch die Verschiedenartigkeit des Standorts, namentlich den abweichenden Wassergehalt des Bodens, modifiziert. Namentlich Buche und Eiche, Fichte und Kiefer machen sich oft den Rang streitig*). Die Einwirkung des Bodens, der Abdachung, der vertikalen Erhebung 2c. auf das Verhalten der Holzarten im Höhenwuchs und gegen Licht und Schatten ist noch näher zu erforschen. Aber es ist selbstverständlich, daß z. B. schon die Traubeneiche, welche an die Bodenfeuchtigkeit stärkere Ansprüche stellt als die Rotbuche, langsamer wachsen wird als die letztere, wenn der Wassergehalt des Bodens während der Vegetationszeit infolge der Bodenbeschaffenheit unter das für die Eiche erforderliche Maß sinkt — und noch mehr wird die Stieleiche im Wuchse nachlassen. Wenn dagegen der Wassergehalt zureichend ist, so wird die Eiche in sonnigen Lagen, auf den Süd- und Westseiten der Berge, freudiger gedeihen, als auf den Ost- und Nordseiten, weil sie sehr lichtbedürftig ist. Die schattenertragende Rotbuche kann auf den Mitternachtsseiten leichter vorwüchsig werden. Der Wassergehalt des Bodens hat den gleichen Einfluß auf das gegenseitige Verhalten der Fichten, Tannen und Kiefern — die Veränderungen liegen klar am Tage, wenn man die Ansprüche der Holzgattungen an den Wassergehalt, die wir im vorigen Abschnitt erörtert haben, beachtet.

III.

Die Ansichten der Schriftsteller.

In früherer Zeit, als man die Waldungen noch nicht nach forsttechnischen Regeln bewirtschaftete, waren in denselben die mannigfachsten Holzgattungen in regelloser, bunter Untermischung vertreten. Bald bildeten die verschiedenartigen Laubhölzer, bald die Nadelholzgattungen, bald Laub- und Nadelhölzer, neben- und übereinanderstehend, die Holzbestockung. Nur auf dem trockenen Sandboden fand man reine Kiefernbestände, in Bruch- und Moorboden Erlenbestände und im Hochgebirge reine Fichten- oder Tannenbestände.

---

*) Die Hainbuche soll im Norden Deutschlands, namentlich gegen das Meer hin, mehr Schatten ertragen und eine dichtere Krone haben, als in Süddeutschland.

Im 18. Jahrhundert befürworteten die Forstschriftsteller mehrfach die Untermischung der Holzgattungen. Schon 1753 will Bose die Fichte im Harz mit Laubholz gemischt haben. Durch das gesellige Zusammenleben dieser Holzarten werden die Holzbestände, wie Bose behauptet, gegen Schneebruch und Windwurf widerstandskräftig. Der Schluß wird dichter und das Wachstum wird froher. Indessen fanden auch die gemischten Bestände schon im vorigen Jahrhundert ihre Gegner. Namentlich Burgsdorf und Beckmann bekämpften die Vermengung der Waldbäume. Selbst Georg Ludwig Hartig verwarf die Vermischung von Laub- und Nadelholz, weil das Laubholz durch das Nadelholz mit der Zeit verdrängt werde.

Dagegen wurde die Bestandsmischung von Heinrich Cotta warm befürwortet. „Das Bestreben, überall reine Waldungen zu erziehen, gründet sich," so sagt Cotta, „auf ein altes, höchst schädliches Vorurtheil. Da nicht alle Holzarten sich in gleicher Weise ernähren, so ist ihr Wuchs bei Vermischungen freudiger, und weder die Insekten noch die Winde können so viel Schaden anrichten; auch erlangt man überall verschiedenerlei Holz zur Befriedigung mehrfacher Bedürfnisse." Cotta fordert Gleichmäßigkeit des Wuchses und der Behandlung für dauernde Mischungen. Die Wirtschaft soll nach der schätzbarsten Holzart eingerichtet werden. Hundeshagen, Pfeil und Gwinner nehmen im wesentlichen den Standpunkt Cottas ein; Hundeshagen glaubte das bessere Gedeihen der Holzarten in der Mischung erklären zu können, indem er annahm, daß die Wurzelexkrete der einen Holzart die andere Holzart ernähre. Vielfach wurde die Ansicht laut, daß der bessere Wuchs der Mischbestände verursacht werde durch das verschiedene Wurzelsystem und die Ausbreitung der Wurzeln in höheren und tieferen Erdschichten.

Aus den richtigen Gesichtspunkten beurteilt unverkennbar **Karl Heyer** diese Frage in einer mustergültigen Abhandlung (1847). Die Schöpfung hat, so führte Heyer aus, nur wenige Holzgattungen befähigt, in reinen Beständen zu leben — unter den Laubhölzern nur die Rotbuchen und Linden, Hainbuchen und auf nassem Boden die Erlen, unter den Nadelhölzern die Fichten und Weißtannen, vielleicht auch die Weymouthskiefern. Alle anderen Holzarten,

Eichen, Birken, Ahorne, Eschen, Ulmen, Kiefern, Lärchen ꝛc. vermögen infolge ihrer lichten Baumkronen im Baumholzalter die Bodenkraft nicht zu schützen und zu mehren. „So lange die An- und Nachzucht reiner Bestände, zumal beim Hochwaldbetriebe als Regel festgehalten wird, eben so lange muß ein großer Teil unserer nützlichsten Baumhölzer mehr oder weniger aus unseren Wäldern verbannt bleiben."

Als wesentlichsten Vorzug der Mischbestände nennt Karl Heyer die Möglichkeit einer thunlichst allgemeinen Verbreitung der nützlichsten Holzarten zur nachhaltigen Nutzung. Es sei ferner die Holzproduktion in Bestandsmischungen größer, als in reinen Beständen. Für diese Behauptung werden jedoch vergleichende und beweisfähige Untersuchungen nicht mitgeteilt. Heyer vermutet, daß der größere Massezuwachs, welcher am auffälligsten in Mischbeständen aus Laub- und Nadelholz und hier vorzugsweise bei letzterem hervortrete, nicht in der Verschiedenheit der Wurzelbildung zu suchen sei, vielmehr in der Verschiedenheit der Nahrungsstoffe, welche beide Holzarten aus dem Boden aufnehmen. Während sonst Karl Heyer die Ansicht vertritt, daß die Mineralstoffe, welche die Holzgewächse bedürfen, in jedem Boden gefunden werden, schon mit dem Regen- und Schneewasser dem Boden zufließen, sagt er hier: Laub- und Nadelhölzer „zeigen eine abweichende Zusammensetzung in ihren Aschen- und Saftbeständen, wahrscheinlich auch in ihren Wurzelexkretionen, deren nachteilige Rückwirkung auf die sie ausscheidende Holzart durch die beigesellte andere Holzart neutralisiert werden möchte". Aus den im zweiten Abschnitt entwickelten Gründen wird man heute nicht mehr diese Vermutung teilen können. Aber Karl Heyer glaubt auch, daß der lebhafte Massezuwachs des Nadelholzes zwischen Laubholz mit davon herrührt, daß den hervorragenden Kronen der schnellwüchsigeren Nadelhölzer mehr Sonnenlicht, Tau ꝛc. zu Teil wird, als im vollen, gleichmäßigen Kronenschluß — und diese Vermutung findet, wie wir im nächsten Abschnitt sehen werden, volle Bestätigung.

Als weitere Vorzüge der gemischten Bestände nennt Karl Heyer zunächst die Verminderung der Betriebsklassen und die allgemeine und gleichmäßige Verteilung der

verschiedenen Holzarten über die Waldfläche. Hierauf wird der vermehrte Schutz gegen Sturmschäden, Spätfröste und Hitze, Waldbrände, Insektenfraß, Wild und Weidvieh und gegen Krankheit, insbesondere Fichtentrocknis, besprochen. Einzelstehende Nadelhölzer werden vom Winde erfahrungsgemäß weniger leicht umgeworfen und umgebrochen — „sei es, weil ihre teilweise unter denen des feststehenderen Laubholzes hinziehenden Wurzeln durch letztes mehr befestigt werden oder weil sie sich in der freien Stellung überhaupt fester bewurzeln“. Der Insektenschaden sei geringer, weil in Mischbeständen das Nadelholz sich kräftiger entwickelt, während fast alle schädlichen Nadelholzinsekten kümmerndes Holz vorziehen, überdies bei dieser Nahrung sich am stärksten vermehren, teils weil im Laubholz mehr insektenverzehrende Tiere hausen, wie Vögel, Nagetiere, Raubinsekten ꝛc., teils weil die Falterraupen auf ihrer Bodenwanderung, welche sie bei vereinzeltem Stande des Nadelholzes zwischen Laubholz antreten müssen, eher ihren vierfüßigen Feinden (Sauen, Füchsen, Igeln, Mäusen) zur Beute werden. Die Fichtentrocknis scheine durch Wurzelausleerungen von kranken auf gesunde Fichten übertragen zu werden und deshalb schütze der weite Stand*). Karl Heyer erwähnt endlich, daß man durch Mischbestände Aufschlüsse über die relative Tauglichkeit der verschiedenen Waldorte für die einzelnen Holzarten erhalte, daß die Waldnebennutzungen vervielfältigt und erhöht werden und zuletzt, daß die Länder durch gemischte Bestände verschönert werden. Heyer entkräftet hierauf die an sich ziemlich bedeutungslosen Einwürfe, welche die Schattenseiten der gemischten Bestände betonen. In trockenen Sandsteppen, wo allein die genügsame Kiefer noch kümmerlich aushält, in Hochregionen, wo nur noch Nadelhölzer gedeihen, kann man selbstverständlich keinen Mischwuchs von Laub- und Nadelholz erzeugen. Wenn das Nadelholz in Untermischung mit Buchen breitringiges Holz erzeugt, so macht Heyer mit Recht

*) Robert Hartig hat die Rotfäule durch die ober- und unterirdische Verbreitung des Mycells von Trametes radiciperda erklärt und Absperren durch Stichgraben, Laubholzanbau auf den Blößen ꝛc. vorgeschlagen. Auch die Wurzelfäule wird durch gemischte Bestände verhütet.

geltend, daß der Bedarf an feinfaserigem Nadelnutzholze (zu Siebrändern, Schachteln, Spänen 2c.) geringfügig sei. Die anderen Einwürfe, die Heyer bekämpft, sind der Erwähnung nicht würdig.

Die Gründe, durch welche Karl Heyer die höhere Leistungsfähigkeit der Holzartenmischung nachgewiesen hat, sind durch Vonhausen (1881) ergänzt worden. Vonhausen macht darauf aufmerksam, daß in Mischungen der Schneedruck und Schneebruch minder schädlich wirken könne, weil sich hier die Beastung der Nadelholzbäume stärker entwickelt habe und der Schnee leicht beim Schütteln der Kronen durch den Wind abfalle, wenn blattlose Laubholzkronen die Nadelhölzer umgeben. Vonhausen erklärt die Verminderung der Spätfrostbeschädigungen an zärtlichen Laubhölzern durch die spätere Erwärmung des Bodens unter den Kronen der Nadelhölzer; hierdurch werde das Erwachen der Vegetation verlangsamt. Auch der Lärchen- und Weißtannenkrebs sei zwischen Laubhölzern eine seltene Erscheinung.

IV.

Die Erfahrungen in der forstlichen Praxis.

Die deutschen Forstwirte sind, so wird man vermuten, nicht nur durch die lebhafte Befürwortung der gemischten Bestände seitens der hervorragendsten Waldbaulehrer — namentlich Heinrich Cotta und Karl Heyer — sondern hauptsächlich wegen Abwendung der Sturm- und Insektengefahren, die man ja keineswegs unterschätzt hat, zu einer durchgreifenden und allseitigen Durchstellung der Laubholz-, namentlich der Rotbuchenbestände mit wuchskräftigen Nadelhölzern veranlaßt worden, denn die weitaus hervorragende wirtschaftliche Leistungskraft der letzteren konnte den Forstmännern, wie ich schon oben erwähnt habe, nicht verborgen bleiben. Leider kann man nicht sagen, daß diese Erwartung erfüllt worden ist. Die planmäßige, allseitige Untermischung von Laub- und Nadelholz findet sich in größerer Ausdehnung, wie es scheint, nur in Württemberg und in der bayrischen Oberpfalz. In den Laubwaldungen, die sich in den fruchtbarsten Waldgebieten Deutschlands fortpflanzen ließen, finden wir, wie schon im vorigen Abschnitt ge-

zeigt wurde, die Nadelhölzer nur als Lückenbüßer. Die Lücken und Blößen der natürlichen Verjüngungen waren — zumal, wenn der Boden ausgetrocknet war — notgedrungen mit raschwüchsigen Kiefern, Fichten und Lärchen auszubessern. Im übrigen hat man lediglich Kiefern- mit Fichtensamen gemischt oder bei den Pflanzungen in zweifelhaften Orten mit Kiefern, Lärchen und Fichten reihenweise abgewechselt. Vielfach ist bei den Saaten dem Kiefernsamen Lärchensamen beigemischt worden, obgleich die Mischung dieser beiden lichtbedürftigen Holzarten, unter denen der Boden vertrocknet, sicherlich nicht vorteilhaft ist.

Die Mitteilungen über das Gedeihen der Holzarten in gemischten Beständen, die ich in der mir zugänglichen Forstlitteratur finde, gewähren demgemäß eine dürftige Ausbeute.

Vergleichende Untersuchungen über die Erträge verschiedener Mischwüchse hat zunächst Forstinspektor Pfeiffer in Freudenthal (österr. Schlesien) vorgenommen. Auf gleichem Standort produzierten im 100jährigen Alter

Lärchen und Fichten . . .	10,83
Fichten in reinen Beständen	9,17
Buchen und Fichten . . .	7,26
Buchen in reinen Beständen	4,76

Festmeter per Hektar und Jahr. Auch Forstmeister Tadra behauptet (1863), daß der Ertrag der Fichtenbestände durch die Einmischung von Buchen geschmälert werde und belegt diese Behauptung mit verläßlich scheinenden Zahlen.

Dagegen will man im Harz (1863) die Fichte nicht in die Buchenbestände einbauen, weil dies Geld koste und weil man meint, daß freiständige Fichten vom Winde geworfen und zu starkästig werden. Burckhardt will die Fichte in Buchenbeständen zwar im Einzelstande dulden, jedoch nur so, daß man sie suchen muß. Durch Abnahme der unteren Aeste soll verhütet werden, daß die Fichte sich einen zu großen Verdämmungsraum erzwingt.

Heinrich Fischbach beschreibt (1875) das Verdrängen der Fichte in einem Bestand, in dem die Buche schon bei der Begründung auf 5—8 m große Horste zurückgedrängt worden war. Die Fichten eilten voran, die Buchen konnten sich nicht in die Aeste verbreiten und bogen sich um; der Bestand wurde, da die Fichte

nicht überall die erforderliche Verteilung hatte, lückig. Einen ähnlichen Vorgang berichtet Schaal aus dem Erzgebirge. Aber diese Mitteilungen beweisen lediglich, daß die herrschsüchtige Fichte nur dann die Buche verdrängt, wenn man die Fichte ohne Beachtung des für die Buche zur Erfüllung ihrer Funktionen nötigen Wachsraums planlos, unregelmäßig und massenhaft angebaut und bei den Zwischennutzungshieben erhalten hat.

Im Solling gestattet man (1865) den Einbau von 10 Weißtannen per Morgen in die Buchenverjüngungen.

Die Lärche gedeiht nicht in den dumpfen Fichtenbeständen des Harzes; man baut sie deshalb in Streifen an, die zugleich Sicherheits- und Jagdstreifen sind. Diese Holzart verlangt freies Haupt. Als Lückenbüßer soll die Lärche in älteren Fichtenschonungen in Schlesien gut geeignet sein.

Als Mischholz der Eiche empfiehlt Professor Roch die Hainbuche zum Bodenschutz und die Weißtanne zum Mitwachsen. Die Eiche soll auch in Fichten, wie ein Recensent (1867) behauptet, recht gut wachsen, wenn sie mit Freihaltung der Krone — barhäuptig, aber nicht barfuß — erzogen wird.

Unger empfiehlt den Anbau der Weißerle als Schutzholz — neben Rotbuchen, Hainbuchen und Schwarzerlen —, weil namentlich die Weißerle die Langschaftigkeit und Astreinheit der Eiche befördere. Wenn das Schutzholz die Höhe der Eichen erreiche, so sei dasselbe auf die Wurzel zu setzen.

Auf der Herrschaft Wittingau in Böhmen gedeiht die Eiche, stark vorwüchsig, mit Fichten und Tannen recht gut. Für Schlesien empfiehlt (1869) Oberförster Kirchner die Vermischung von Eichen und Fichten, wobei die Eiche zuerst voll anzubauen sei. Dagegen gehen im Harz, wie Robert Lampe berichtet, die mit Fichten unterbauten Eichen zurück.

Die in Nassau verbotene Mischung von Kiefern und Lärchen*) wird für Schlesien empfohlen.

Die Kiefer sei in Ostpreußen, so berichtet Binzer, viel

---

*) Die Mischung der Lärche mit der Kiefer habe ich schon im vierten Abschnitt erörtert.

schattenertragender als in den westlich gelegenen Gegenden Deutschlands. Nach den Erfahrungen im Calenbergschen ist für die Befreiung der Eichen von der Buchennachbarschaft die folgende Entfernung der Stämme angeordnet worden:

20.	Jahr	1,5 m
30.	„	2,0 „
40.	„	2,9 „
50.	„	3,5 „
60.	„	4,1 „
70.	„	4,7 „

In Mischung mit der Buche müsse die Tanne einen viel größeren Vorsprung haben, wie die Eiche.

Die Erscheinung, daß die Fichte, selbst auf kräftigem Basaltboden, **vereinzelt** in Buchenbeständen stehend, nicht oder weniger leicht rotfaul wird als in reinen Beständen, wird von Neidhardt und Uhrig berichtet.

Das Verhalten der Kiefer in einem dichten Unterwuchs von Fichten im Meiningenschen wurde schon im zweiten Abschnitt ausführlich mitgeteilt.

In der neueren Zeit haben die Erfahrungen, die man bei der Einmischung der Eiche im Spessart und der Rheinpfalz in die junge Buchenbestockung gemacht hatte, zur Befürwortung einer eigentümlichen Art des Mischwuchses geführt. Man will nicht nur Eichen, sondern auch Weißtannen, Fichten ꝛc. in **größeren Gruppen und Horsten** in Gesellschaft von Rotbuchen ꝛc. aufwachsen lassen. Zwar verdient diese Form der Bestockung nicht den Namen eines gemischten Bestands und würde deshalb hier nicht weiter zu besprechen sein. Man kann nicht sagen, daß man irgend einen Vorteil der gemischten Bestände erreicht, indem man die bisherigen großen reinen Bestände auseinander reißt in kleine reine Bestände mit einer in Summe gleichen Flächengröße. Aber es ist schon jetzt zu untersuchen, ob die einzelständige Untermischung der Holzgattungen, die wir in diesem Abschnitt zu betrachten haben, bei irgend einer Holzart das Ziel verfehlt. Hat überhaupt der reine Bestandswuchs in Form von größeren und kleineren Gruppen und Horsten für die Anzucht irgend einer anderen Holzart als der Eiche im Rotbuchenwuchs

erkennbaren Zweck? Lärchen, Fichten, Tannen und Kiefern gehen alsbald den schattenertragenden Laubhölzern im Höhenwuchs voraus. Es ist kein Grund vorhanden, auf die Vorteile zu verzichten, welche die einzelständige Erziehung dieser Nadelhölzer im nachdrängenden Laubholz gewährt. Es wird niemand daran denken, auf trockenen Standorten die Fichte gegen die freudiger wachsende Kiefer durch horst- und gruppenförmigen Anbau der ersteren zu schützen und dadurch den Wertertrag zu verringern. Aber auch für die Nachzucht der Eiche ist die Gruppen- und Horstwirtschaft nicht nötig, sogar schadenbringend. Die Eiche verlangt einen feuchten, humusreichen, tiefgründigen, nicht zu festen Boden. Wenn man auf einem derartigen Standort Eichenzucht treiben will, so müssen selbstverständlich die Eichen zur Haubarkeitszeit den Wachsraum vollständig erfüllen — es würde ja völlig sinnlos sein, die Eichen dauernd durch Rotbuchen zu verdrängen. Man muß sonach die Fläche mit Eichen vollkommen und nicht nur horstweise anbauen. Die Eiche schützt, bis sie sich zu lichten beginnt, den Boden genügend und wächst im Schlusse gerade und langschaftig empor. Man hat sonach lediglich die Eichenbestände rechtzeitig, zu Beginn der Auslichtungsperiode, mit Rotbuchen oder Hainbuchen zu unterbauen, um die nötige Beschattung herzustellen. Nun ist man im Spessart und Pfälzerwald von den kleinen Eichenhorsten (zuerst Zimmergröße), die von den Rotbuchen zumeist überwachsen wurden, übergegangen zu Horsten von 700—800 qm Größe. Unter eine Größe von 60—80 qm kann man überhaupt bei Eichenhorsten nicht herabgehen, weil die Astverbreitung der umringenden Buchenbestände die Eichen schon vor der ersten Durchforstung zu stark bedrängen würden.

In diesen reinen Eichengruppen wird der Boden von den umringenden Buchen nicht genügend geschützt werden — dazu sind sie immerhin zu groß —; man muß sie unterbauen. Man gelangt somit gleichfalls zur Anzucht einer reinen Bestockung. Anstatt aber auf dem guten Boden die Eiche überall anzubauen und Eichennutzholzwirtschaft mit der erforderlichen Gründlichkeit zu treiben, würden nur kleine Eicheninseln im Rotbuchenmeere entstehen. Der Wertertrag würde völlig zwecklos und zwar sehr wesentlich verringert werden. Für die Eichenzucht erübrigt, wie gesagt, nur die Begründung

reiner Eichenbestände auf allen geeigneten Standorten und späterer Unterbau mit Hainbuchen und Rotbuchen.

Besonderen Wert haben endlich die Forstwirte auf die Untermischung des Laubholzes mit **Weißtannen** gelegt. Die wirtschaftliche Leistungskraft der Weißtanne habe ich bereits im vorigen Abschnitt gewürdigt und namentlich gezeigt, daß die größere Widerstandskraft dieser Holzart gegen Stürme im Vergleich mit der Fichte und Kiefer keineswegs erwiesen ist. Im übrigen verdient die Weißtanne keine Bevorzugung vor den zuletzt genannten Holzarten.

V.

Die Resultate und ihre Anwendung.

Die Frage, die wir in der ersten Abteilung zuerst untersucht haben: kann eine ständige, das Baumholzalter der Holzbestände überdauernde Mischung der ertragsreichsten Holzarten mit minder produktiven Holzarten waldbaulich gerechtfertigt werden? — diese Frage muß selbstverständlich verneint werden. Weder die gleichmäßige noch die horstförmige Untermischung kann nutzbringend sein, weil die nächste Wirkung eine wesentliche Verringerung des Gebrauchswertes der Holzproduktion sein würde. Wenn man die Erziehung der Waldbäume im Schlusse der Baumkronen nicht aufgeben will oder aufgeben kann, so ist es besser, die ertragsreichsten Waldbäume in reinen Beständen, unvermischt mit anderen Gattungen, aufwachsen zu lassen und die lichtbedürftigen Holzarten rechtzeitig mit Bodenschutzholz zu versehen.

Wir werden vielmehr die weitere Frage zu erörtern haben: aus welchen Holzgattungen ist die Schutzholzbestockung, die als Treibholz (für die später in den Lichtstand zu bringenden Nutzholzstämme) und als Bodenschirmholz zu funktionieren hat, zu bilden?

Wir werden im nächsten Abschnitt diejenige Stellung der Waldbäume und diejenige Anordnung des Holzwuchses, durch welche die größtmögliche Nutzholzproduktion auf kürzestem Wege erreicht wird, näher kennen lernen. Lärchen, Fichten, Tannen, Kiefern,

Eichen, welche zur Haubarkeitszeit hauptsächlich den Ertrag zu liefern haben, sind stets einzelständig, aber mit planmäßig geordneter Entfernung und allseitiger Verteilung in eine bodenschirmende Grundbestockung von zweckentsprechenden Schatthölzern einzupflanzen.

Welche schattenertragenden Holzgattungen entsprechen diesem Zweck am meisten? Die Wirkungsfähigkeit der Buche, Hainbuche, Tanne und Fichte als Bodenschutzholz habe ich schon im zweiten Abschnitt eingehend erörtert. Wir haben gesehen, daß das Verhalten dieser Holzarten hinsichtlich der Bereicherung des Humus noch nicht genau festgestellt worden ist; es war lediglich zu vermuten, daß die möglichst dunkle Beschattung des Bodens, welche die Erwärmung und die Wasserausdunstung verhindert, wirksamer sein wird, als der Laub- und Nadelabwurf, der hinsichtlich der organischen Substanz bei den genannten Holzarten keine wesentlichen Verschiedenheiten zeigt*).

Wir haben im zweiten Abschnitt gleichfalls gesehen, daß die Laubhölzer eine viel größere Wassermenge durch ihre Blätter verdunsten, wie die Nadelhölzer durch die Nadeln. Man kann versucht werden zu vermuten, daß ein Unterwuchs von Tannen und Fichten den Boden weniger austrocknen wird, als ein Unterwuchs von Buchen und Hainbuchen.

Allein es wurde am genannten Orte gleichzeitig ein weiterer, sehr wesentlicher Faktor erwähnt — die verschiedene Durchlässigkeit der Holzgattungen gegen atmosphärische Niederschläge, die Ebermayer untersucht hat. In der That darf man vermuten, daß dieses Verhalten ausschlaggebend für den

---

*) Es ist beachtenswert, daß die Kohlensäureentwicklung im Boden bis zu einer Temperatur von 10° sehr unbeträchtlich ist. Der Kohlensäuregehalt, der von einer feuchten Komposterde eingeschlossenen Luft betrug in den Untersuchungen von Wollny auf 1000 Volumen:

bei 10° = 2,80 Vol.
„ 20° = 15,46 „
„ 30° = 36,24 „
„ 40° = 42,61 „
„ 50° = 76,32 „

Allerdings steigt anderseits die Kohlensäureentwicklung mit dem Wassergehalt des beschatteten Bodens. Es ist zur Zeit unmöglich, auf Grund der bisherigen Untersuchungen eine Bilanz zu ziehen.

Grad des Feuchtigkeitsgehalts im Boden ist. Wenn die Kronen des Oberstandes weit voneinander entfernt stehen und die Verdunstung des Unterwuchses relativ am größten ist, so werden Buchen und Hainbuchen dem Boden einen viel größeren Wasserzufluß zukommen lassen, als Tannen und Fichten. Wenn aber die Kronen des Oberstandes näher treten, so wird sich dieser Unterschied gleichfalls geltend machen, zugleich wird aber auch die Verdunstung mit zunehmender Beschattung stark herabsinken und nicht die beträchtlichen Differenzen zwischen den Laub- und Nadelhölzern zeigen, wie bei heller Beleuchtung des Unterwuchses.

Vor allem ist jedoch zu beachten, daß ein Unterwuchs von Laubholz volle Beruhigung gegenüber der Insektengefahr gewährt. Die Nadelholzdickungen, die als Unterstand entstehen würden, wird man in der Zukunft, bei den sinkenden Brennholzpreisen, nicht so häufig und sorgsam durchforsten können, als es erforderlich sein würde; es werden unterdrückte, kränkelnde und absterbende Nadelholzstangen und -Stämme mit erheblichen Massen lange Zeit in den Beständen bleiben — und sehr viele gefährliche Waldverderber, namentlich Nonne, Kieferneule und Kiefernspinner, verschmähen keineswegs kränkelndes Stangenholz.

Es ist ferner zu beachten, daß die Buchen und Hainbuchen früher den Boden mit Blättern bedecken, als Fichten und Tannen, weil die Blätter der Laubhölzer jährlich abfallen und in Verwesung übergehen, während die Nadeln der Fichte gewöhnlich erst im 4.—7. Jahre, die Tannennadeln zumeist im 7—9. Jahre abfallen.

Man kann endlich noch fragen, wie sich einerseits Buchen und Hainbuchen und anderseits Weißtannen und Fichten in Bezug auf Erhöhung des Wertertrags der Zwischennutzungen verhalten. Indessen wird der Unterschied nicht schwer ins Gewicht fallen, denn in der Regel wird nur die Verwendung des Unterwuchses als Brennholz erübrigen. In Gegenden, in denen Hopfenstangen, Baumpfähle, Bohnenstangen, auch Grubenhölzer rc. stark verbraucht werden, kann immerhin dieser Absatz Beachtung verdienen; allein zur Deckung dieses Bedarfs wird gewöhnlich eine entsprechende Einmischung der Nadelhölzer in die vorwiegend von Laubhölzern zu bildende Schutzholzbestockung genügen.

Wenn infolge der Standortsbeschaffenheit sowohl Rotbuchen und Hainbuchen, als Fichten und Tannen entsprechend prosperieren und einen dichten Schirm zu bilden vermögen, so sind die Laubhölzer stets zu bevorzugen. Ob die Hainbuche der Buche voranzustellen ist, wird im konkreten Falle zu ermitteln sein. Die Hainbuche ist als Stockschlag ausdauernder. Aber wie sich diese Holzart im Schattenerträgnis zur Rotbuche stellt, darüber mangeln ausreichende vergleichende Beobachtungen. Vor allem ist aber zu ermitteln, wie weit die Hainbuche auf die geringeren Waldböden herabgeht.

Wenn dagegen der Boden so wenig wasserhaltig und tiefgründig ist, daß Buchen und Hainbuchen kein Gedeihen finden, so wird die Weißtanne größere Vorteile gewähren, als die Fichte. Ich habe die Gründe schon im zweiten Abschnitt (S. 70) angeführt. Allein die Anzucht der Tanne wird nicht immer gelingen; diese Holzart verlangt, ähnlich wie die Buche, einen tiefgründigen, frischen Boden — es ist sogar fraglich, ob die Hainbuche bei abnormer Bodenbeschaffenheit nicht besser gedeiht, als die Tanne.

Die Fichte wird als Bodenschutzholz vorzugsweise für Kiefernbestände auf den trockenen und ärmeren Waldböden in Betracht zu ziehen, jedoch ein zu dichter, filzartiger Rand möglichst zu vermeiden sein. Es genügt, wenn die Fichte den Heide-, Heidelbeerwuchs 2c. zurückhält*). Fichtenunterwuchs unter Lärchen bewirkt erfahrungsgemäß Schädigung des Lärchenwuchses; auch wird man auf den Standorten, auf denen die Lärche gedeiht, in nicht hohen Lagen zumeist Hainbuchen- und Buchenbuschholz zu erzeugen und zu erhalten vermögen. Für Eichen ist die Fichte als Unterwuchs nur auf feuchten Standorten geeignet und selbst hier muß die Eiche einen sehr beträchtlichen Höhenvorsprung haben. Fichten und Tannen wird man, wenn die Begründung derartiger Bestände in Frage kommt, in der Regel gleichwüchsig bis zu den unten zu besprechenden Freihieben erziehen; wenn indessen in unregelmäßigen

*) Es mangelt mir an Erfahrungen, um zu sagen, ob sich in künstlich mit Fichten unterbauten Kiefernbeständen, wenn die Fichten nicht zu dicht stehen, eine ausreichende Moosdecke bildet und wie dieselbe wirkt.

oder älteren Fichten- und Tannenbeständen Unterwuchs oder Vorwuchs dieser Holzgattungen vorhanden ist oder sich einstellt, so wird man denselben selbstverständlich zum Schutze des Bodens belassen.

Wir haben nunmehr, nachdem wir die Bildung der Schirmbestockung kennen gelernt haben, zu untersuchen: Wie sind Lärchen, Fichten, Tannen, Kiefern, Eichen ꝛc., die den zukünftigen Nutzholzbestand bilden sollen, in dieser Schutzholzbestockung zu erziehen?

Diese Waldbäume müssen, wenn sie ihre späteren Funktionen in vollem Maße erfüllen sollen, einzelständig aufwachsen. Sie sollen eine sog. stufige, gegen Windwurf, Schneedruck ꝛc. widerstandskräftige Schaftbildung erlangen; aber der Schaft soll auch anderseits nicht mit zu starken Aesten besetzt und nicht zu abfällig und kegelförmig werden. Bis zum beginnenden Baumholzalter darf deshalb die Baumkrone unbeträchtlich aus der Schutzholzbestockung hervorragen; aber sie darf sich nicht mit dem größten Teile über dem Kronendache des Nebenbestands erheben. Wie verhalten sich die oben genannten Holzarten nach ihrem Höhenwuchse gegenüber dieser Forderung?

Von diesen Nutzholzbäumen darf die Lärche am weitesten vorwachsen. Dieser Gebirgsbaum scheint eine tief an den Schaft herabgehende Baumkrone für sein Gedeihen nötig zu haben; ein Dritteil des Stammes muß, wie schon oben bemerkt wurde, mit lebenden Zweigen besetzt sein. Die Lärche ist in allen Lebensperioden raschwüchsiger, als die Rotbuche und die Hainbuche; aber der Höhenvorsprung ist erfahrungsgemäß der Entwicklung dieses wertvollen Waldbaumes zu langen, gebrauchsfähigen Nutzholzstämmen nicht hinderlich. Man kann die lichtbedürftige, wenig verdämmende Lärche von Jugend auf in die Grundbestockung an den geeigneten Orten zahlreich einbauen, ohne befürchten zu müssen, daß die Grundbestockung verschwindet, bevor sie ihren Beruf erfüllt hat.

Die Fichte ist nur in der Jugend langsamwüchsiger, als die gleichalterigen Buchen und Hainbuchen. Aber alsbald streckt die Fichte ihre langen Gipfeltriebe hervor — und dann wird dieser gewaltthätige Waldbaum der Buche und Hainbuche ein gefährlicher Nachbar. Zwar eilt er den gleichalterigen Rotbuchen, wie G. Heyer gefunden hat, höchstenfalls 2—3 m während des Stangenholzalters

voraus. Aber die Schöpfung hat, wie schon oben bemerkt wurde, die Fichte mit besonderen Wachstumskräften ausgestattet. Sie verdrängt die im Schattenerträgnis nahestehende Rotbuche durch die Ausdehnung der Krone, wenn sie den Buchenbeständen stark beigemischt wird. Aus allen Gegenden Deutschlands — aus dem Harz, dem Solling, dem Deister, aus Braunschweig, Baden, Bayern und Württemberg u. s. w. — wird berichtet, daß die Fichte die edlen Laubhölzer verdränge. Die Buchenbestände werden lückig. Man warnt vor dieser Mischung.

Indessen ist das Problem, die Buchen- 2c. -Grundbestockung so lange zu erhalten, bis dieselbe ihrer Funktion genügt hat, offenbar nicht schwer zu lösen. Im Schattenerträgnis stehen sich beide Holzarten so nahe, daß die Schriftsteller nicht darüber einig sind, welcher Holzart der erste Rang (namentlich als Unterstand) gebührt. Im Höhenwuchs eilt die Fichte der gleichalterigen Buche im Stangenholzalter um wenige Meter voraus — ein Höhenunterschied, der im reinen Buchenbestand nicht selten gefunden wird. In der Jugendzeit erhält sich die Fichte zwischen und unter der vorwüchsigen Buchenbestockung, wenn die letztere nicht zu dicht ist und keinen zu großen Altersvorsprung hat. Für das gesellige Zusammenleben bringen somit beide Waldbäume vortreffliche Eigenschaften mit; es handelt sich nur darum, den Fichten eine Stellung zu geben, daß erst in späterer Zeit die Beastung derselben die Buche verdrängen wird.

Man darf der Fichte bei den Verjüngungen keinen größeren Wachsraum geben, als sie zur Bildung des Hauptbestands während der zweiten Hälfte des Bestandslebens zu beanspruchen hat. In der Jugendzeit der gemischten Bestände muß die Rotbuche 2c. die Hauptmasse der Bestockung bilden; die Fichte darf nur vereinzelt, jedoch in der planmäßigen Entfernung aus dem Buchendach hervorragen. (Wir werden diese Stellung der Fichte im siebenten Abschnitt näher kennen lernen.) Zu diesem Zweck ist die Fichte durch Pflanzung einzelständig in der entsprechenden Entfernung anzubauen oder, wenn sie sich in den Besamungs- und Auslichtungsschlägen in zu großer Zahl und im zu dichten Stande ansamt, bei den Reinigungs- und Durchforstungshieben auf den richtigen Abstand zurückzuführen. Man darf nicht vergessen, daß die Laub-

holzbestockung keinen anderen Zweck hat als die Fichte, die um wenige Meter im Höhenwuchs voraneilen wird, langsam und erfolgsicher für den Freistand durch die entsprechende Kronen- und Schaftbildung zu erziehen. Wir werden im siebenten Abschnitt diese überaus wichtige Art der Erziehung näher besprechen.

Die Kiefer ist ein vorzügliches Mischholz für die Rotbuche und Hainbuche. Die Kiefer ist zwar in der Jugend bis zur Mannbarkeit raschwüchsiger als die Buche und Hainbuche; aber die lichte Krone hat eine wesentlich andere Rückwirkung auf das Wachstum der Kiefer, wie der dunkle Fichtenschirm. Die Buche gedeiht, selbst bei einer reichlichen Durchstellung mit Kiefern, freudig — oft besser, als in reinen Beständen. Man kann ohne Bedenken Kiefern mit der Zahl und Stellung einpflanzen, welche zur Bildung des Haubarkeitsbestands erforderlich ist (siehe unten).

Weit vorwachsende Kiefern werden indessen leicht sperrig und deshalb darf keinenfalls die Einpflanzung der Kiefern zu früh geschehen, weil die Kiefer schon mit dem 20.—30. Jahre einen Vorsprung von 3—5 m bei mittlerer Bodengüte erlangt. Auf ärmeren Böden, auf denen die Laubhölzer langsam in die Höhe wachsen, wird man auf den baldigen Schluß der Kiefern hinzuwirken haben. Anderseits dürfen die Stämme, welche den Haubarkeitsbestand bilden sollen, nicht zu lange im Gedränge stehen. Die Kiefer hat keine schlafenden Knospen. Wenn durch den Druck der Nachbarstämme die Enden der Kronenzweige abgestorben sind und die Krone schmal und dünn geworden ist, so bleibt die spätere Lichtstellung ohne Einfluß, weil die reichlich verzweigte und dicht benadelte Krone, welche für den Lichtwuchs erforderlich ist, nicht mehr gebildet werden kann.

Das Verhalten der Weißtanne im Mischwuchs ist noch nicht genau erforscht worden. In der Jugend, bis etwa gegen das 10. Lebensjahr, sucht die Tanne den Boden zu decken, indem sie Seitentriebe ausstreckt. Dann beginnen die Höhentriebe — aber lange Zeit bleibt sie hinter der Buche zurück. Ueber die Gestaltung des Höhenwuchses in späterer Zeit liegen nur widersprechende Mitteilungen vor.

Während Gerwig behauptet, daß die Weißtanne mit dem 40. Jahre sich über den Kronenschluß der Buche zu erheben beginne und mit dem 70. Jahre

der Wipfel der Tanne 3—6 m frei und unbeengt über der Buche stehe, sagt Schuberg, daß die Tanne die Bestandshöhe der Buche erst im 50.—60. Jahre auf besseren und im 70.—90. Jahre auf geringeren Standorten erreiche. In der von Dengler bearbeiteten Auflage des Gwinnerschen Waldbaues wird dagegen bemerkt: Wenn die Buche nicht zurückgestutzt oder abgegipfelt wird, bevor der Bestand zum Stangenholz wird, so bleibt die Buche prädominierend, man mag machen, was man will; die Weißtanne läßt alsbald im Längenwuchs nach und ist mittels noch so starker Durchforstungen, die zudem noch ihr Gefährliches haben nicht mehr über die Buchen hinaufzubringen. Nach Karl Fischbach ist die Weißtanne überall zu begünstigen, weil sie in den ersten 10 Jahren viel langsamer wächst als die Buche und einen geringeren Schirmdruck verträgt, auch von der Buche leicht eingeholt wird. Nach Stumpf wird die Buche, wenn die Weißtanne vorherrscht, im Alter von 40—70 Jahren meistens überwachsen und unterdückt.

Wahrscheinlich ist bis jetzt nur, daß in der Jugendzeit die Buche im Höhenwuchs vorherrscht. Da die Tanne in der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit keineswegs der Fichte voranzustehen scheint, auch die bisher behauptete (aber auch teilweise geleugnete) größere Widerstandskraft gegen Stürme sich auf geschlossene Bestände bezieht, während die Fichte im Lichtstande gleichfalls standfest wird, da endlich die Weißtanne nur unter besonderen Verhältnissen (auf einem tiefgründigen und kräftigen, aber in der oberen Bodenschicht verarmten Boden) geringere Ansprüche an die Bodenkraft macht als die Fichte, so wird man in den meisten Fällen gut thun, statt der Weißtanne die Fichte für den Anbau in die Buchengrundbestockung zu wählen.

W e n n d e r B o d e n t r o c k e n u n d f l a c h g r ü n d i g i s t, w e n n s o m i t d i e W a h l d e r W e i ß t a n n e u n d F i c h t e f ü r d i e G r u n d b e s t o c k u n g i n B e t r a c h t k o m m t, so würde allerdings, wie schon oben bemerkt wurde, die Weißtanne für die Beschützung des Bodens günstiger wirken als die Fichte. Allein man wird die Tanne nicht immer zu wählen vermögen, weil diese Holzart unter den Nadelhölzern den tiefgründigsten und besten Boden verlangt und auf trockenem Boden nur in dem oben genannten Ausnahmefall (Trockenheit im Obergrund auf feuchtem und tiefgründigem Boden) gedeiht. Wenn auf den tiefer liegenden Teilen der Bergwände, namentlich auf den Nord- und Ostseiten die Buche und Hainbuche nicht gedeiht, so wird mitunter die Weißtanne statt der minder wirkungsvollen Fichte gewählt werden können. Zum Unterbau der lichtbedürftigen Holzarten, namentlich der Kiefer, w i r d s o n a c h d e r R e g e l a u f S t a n d o r t e n, a u f d e n e n

Rotbuchen und Hainbuchen **nicht** gedeihen, die Fichte zu benutzen sein. Zwar wird die Kiefer auf gutem Boden von der Fichte im 40.—50. Jahre eingeholt. Allein auf den hier zu betrachtenden Standorten wird diese Gleichwüchsigkeit selten eintreten. Zudem muß die Kiefer, damit sie nicht sperrig und buschförmig wird, von Jugend auf geschlossen erwachsen; die Fichte wird stets unterständig bleiben und nur kümmerlich vegetieren, bis die Kiefer sich auszulichten beginnt. Ein hervorragender Effekt wird vom Fichtenschutzholz unter Kiefernbeständen — zumal dasselbe nicht zu dicht werden darf, sondern stets durchlässig für die Regenniederschläge ꝛc. bleiben muß — kaum erwartet werden können; aber die Beimischung der Fichte wird stets empfehlenswert sein, weil die Bodenfeuchtigkeit in älteren Kiefernbeständen, welche durch die Auslichtung derselben, Heidelbeersträucher, Heide u. s. f. gefährdet wird, nicht in anderer Weise bewahrt werden kann. (Das Umhacken des Bodens ist zu kostspielig.)

Für Eichenbestände kommt fast lediglich die Rotbuche und Hainbuche als Bodenschutzholz in Betracht. Aber diese Holzarten sind erst dann anzubauen, wenn die reinen Eichenbestände sich licht zu stellen beginnen — gewöhnlich im 40—60jährigen Bestandsalter. — Die Fichte ist nur bei frischem Boden zulässig und hier wird in der Regel der 40—60jährige Altersvorsprung der Eichen genügen, wenn auch die Fichten bei einer starken Lichtstellung in den Kronenraum der Eichen nach dem 120jährigen Alter der letzteren eindringen werden. Die Weißtanne wird sehr häufig mit Nutzen an die Stelle der Fichten treten können. Zum Unterbau von Eichenbeständen hat man auch Weißerlen empfohlen, doch ist über den Erfolg Zuverlässiges nicht bekannt geworden.

Als **Bestandsschutzholz** für die Erziehung der Fichte benutzt man in rauhen Lagen zuweilen die Kiefer. Wenn die Fichte sich zu entwickeln beginnt und baldigen Kronenschluß verspricht, so werden die Kiefern entastet und hierauf allmählich ausgehauen.

Eschen, Ahorn, Ulmen, Birken ꝛc. werden als Bodenschutzholz fast niemals Verwendung finden. Wenn sie in den Haubarkeitsbestand eingemischt werden sollen, so wird überall eine Grundbestockung von Buchen und Hainbuchen die größten Vorzüge haben. Siedeln sich Birken, Aspen ꝛc. in Buchenbestände an und

zwar einzelständig, so tragen diese raschwüchsigen Holzarten zur Erhöhung der Zwischennutzungserträge bei und sind deshalb nur dann zu entfernen, wenn sie im Wuchs nachlassen oder eine wertvollere Holzart den Wachsraum auszufüllen vermag. Die Birke schadet den jungen Fichten durch Abpeitschen der Triebe und wird als Mischholz der Fichte in der Regel mehr schädlich als nützlich.

Sechster Abschnitt.

Die geräumige Stellung der Waldbäume und ihr Einfluß auf die Wertproduktion.

Seit mehr als hundert Jahren, seitdem die Benutzung der deutschen Waldungen forsttechnisch angeordnet und überwacht worden ist, hat man die Waldbäume zusammengedrängt zu einem dichten Schluß der Baumkronen, in dem sie von der Jugend bis zur Erntezeit (zumeist länger als ein Jahrhundert) verharren müssen. Die Beweggründe, welche die Forstwirte veranlaßt haben, fast lediglich durch diese Bestockungsform die früheren Femelwaldungen und Mittelwaldungen zu ersetzen, lassen sich, wie wir gesehen haben, nicht klar nachweisen. Die Holznot klopfte zur damaligen Zeit drohend an die Thüren; man wollte möglichst viel Holzmasse in den Waldbeständen aufspeichern u. s. w. Allein so viel ist sicher: Die Berechtigung dieser gleichwüchsigen und gleichalterigen Bestandsform hat niemals durch komparative Untersuchungen die erforderliche Beglaubigung gefunden. Die Forstwirte sind bis heute noch nicht im klaren über die Frage, ob auf einer gegebenen Waldfläche zahlreiche, in dichtem Gedränge aufwachsende, schwache Stangen und Stämme eine größere Rohstoff- oder Brennstoffmenge zu produzieren vermögen, als eine geringere Zahl von kräftigen, vollbelaubten Stämmen, denen man von Zeit zu Zeit Raum für die seitliche Kronenentwicklung geöffnet hat.

Man kann nicht behaupten, daß die pflanzenphysiologischen Gesetze der ängstlichen Erhaltung des Kronenschlusses eine besondere Stütze verleihen.

Die helle Beleuchtung, ohne welche die chlorophyllhaltige Zelle nicht ausgiebig zu arbeiten vermag, kann bei dem dichten Kronenschlusse nur die Gipfelzweige treffen. Die übrigen Teile der Baumkronen stehen im diffusen Lichte. Helle Beleuchtung genießen im geschlossenen Bestande nur die kegelförmigen Kronenspitzen, während das Licht im oberholzreichen Mittelwalde und ähnlichen Bestockungsformen die Kronen bis tief herab mit hellleuchtenden Strahlen umgibt, welche die für die Arbeit der Zellen günstigste Wellenlänge haben. Man sieht auf den ersten Blick, daß in der schmalen Höhenschicht, welche die kegelförmigen Kronenspitzen einnehmen, eine weitaus geringere Blattfläche dem hellen Lichte dargeboten wird, als wenn dicht belaubte, gewölbte Baumkronen lockeren Schluß bilden, und diese Kronen mit ihren breiten Seitenflächen weit herab hell beleuchtet werden.

Die Forstwirte hatten somit die Zielpunkte des Waldbaues ohne Unterstützung seitens der Pflanzenphysiologen selbstständig aufzusuchen. Sie hatten zunächst die Massenproduktionen der verschiedenen Bestockungsformen durch vergleichende Untersuchungen genau festzustellen. Aber diese Vergleichung hatte offenbar nicht die ausschlaggebende Bedeutung; sie war vielmehr nur Mittel zum Zweck. Der deutsche Waldbau hat keineswegs, wie wir namentlich im vierten Abschnitt ausführlich erörtert haben, die Rohstofferzeugung auf den Gipfelpunkt zu bringen. Das würde ebenso vernunftwidrig sein, als die Produktion der größten Gewichtsmenge seitens der Landwirtschaft — etwa durch die allgemeine Anzucht von Knollengewächsen. — Zudem würde die Rohstoffgewinnung höchstwahrscheinlich ihr Maximum durch den Stangenholzbetrieb, welcher nur schwache Brennholzsorten liefert, erreichen, während in Deutschlands Wäldern ohne Frage brauchbare, dauerhafte und marktgängige Bau- und Nutzholzsorten der Konsumtion in erster Linie darzubieten sind.

Man kann die volkswirtschaftliche Leistungskraft der Bestockungsformen offenbar nur dadurch würdigen, daß man untersucht, was die dicht geschlossenen Holzbestände und anderseits die rechtzeitig und andauernd gelichteten Baumholzbestände für die **Produktion dieser gebrauchswerten Nutzholzsorten** leisten.

Das übliche Zusammendrängen der Waldbäume in dichten Kronenschluß ist von den Forstwirten, wie es scheint, für notwendig erachtet worden, weil sie geglaubt haben, daß dadurch der Höhenwuchs befördert wird und daß der Nutzholzkonsum in Deutschland die langen, schlanken, walzenförmigen, astreinen Baumschäfte am gebrauchsfähigsten finden wird. Man hat geglaubt, daß die Baumhölzer nach Unterbrechung des Kronenschlusses eine zu große Astverbreitung gewinnen, daß der Höhenwuchs verkümmert und die walzenförmige Schaftform durch die Kegelform ersetzt wird. Wir müssen in erster Linie untersuchen, ob diese Meinung begründet ist*).

I.

Was leistet die gebräuchliche Holzzucht in geschlossenen Hochwaldbeständen für die Nutzholzgewinnung?

Wenn die Nutzholzproduktion in den deutschen Waldungen die erforderliche Intensität erreichen soll, so müssen die Forstwirte offenbar wissen, welche Länge und mittlere Stärke die Fichten-, Tannen-, Kiefern-, Eichenbestände und die beigemischten Stämme anderer Holzgattungen für die Zwecke des Nutzholzverbrauchs verwendungsfähig macht. Sie müssen zu erforschen suchen, welche Dimensionen die Bretter, Bohlen, Dielen und die Bauhölzer haben müssen, um mit großen Massen marktgängig und verbrauchsfähig zu werden.

In der Forstlitteratur finde ich hierüber nur sehr spärliche Angaben. Aber man kann leicht von Holzhändlern u. s. w. erfahren, daß der Nutzholzverbrauch in Deutschland folgende Hauptzweige hat. In erster Linie steht der Bretter- (Dielen-, Bohlen-, Pfosten-, Planken-) Verbrauch aus Nadelholz. Die Bretter sind mit der Hauptmasse 3—5 m lang, 19—28½ cm breit und 2—3 cm dick. Ueber 30 cm breite Bretter sind im Holzhandel nur mit

*) Bei dieser Untersuchung wird genügender Schutz des Bodens sofort nach eingreifender Lichtung vorausgesetzt. Ich habe die zweckdienlichen Maßnahmen schon wiederholt erörtert und werde die Ausführung des Unterbaues im nächsten (siebenten) Abschnitt besprechen.

kleinen Posten verkäuflich. Die völlig astreinen Bretter haben höheren Wert, als die mit Aesten behafteten Bretter; indessen fallen „reine" Bretter nur mit sehr kleinen Quantitäten aus den Brettern, die aus dem Holze der deutschen Hochwaldungen gewonnen werden, und werden gewöhnlich vom Detailhändler ausgesondert. Die massenhaft zum Verkauf gelangenden sog. „guten" Bretter sind nicht astfrei; wenn sie aber mit sehr großen und zahlreichen Aesten durchzogen und mit sonstigen kleinen Fehlern (Risse bis 45 cm Länge, faule Stellen 2c.) behaftet sind (Fracken im rheinischen Holzhandel), so haben sie in der Regel einen um durchschnittlich 13 % geringeren Preis, wie die „guten" Bretter. Nur in einzelnen Gegenden Deutschlands werden schmälere Bretter, etwa 14,5 bis 19,0 cm breite Bretter in belangreichen Quantitäten verbraucht (z. B. im Elbgebiet). Ganz schmale und kurze Nadelholzbretter werden zu Cementfässern, Zuckerfässern, Packkisten u. s. w. verwendet — in neuerer Zeit mit größeren Massen. Auch durch die Verwendung von gehobelten Brettern, die sich in der jüngsten Vergangenheit immer mehr eingebürgert haben, werden die Anforderungen an die Breite der Bretter verringert. Die Hobeldielen sollen nicht über 20 cm breit sein. Wenn auch hierzu schöne 3—7 m lange Fichtenabschnitte von 20—26 cm Mittendurchmesser verwendet werden, so wird man doch annehmen müssen, daß der technisch geleitete Forstbetrieb in den deutschen Staats-, Gemeinde- und den großen Privatwaldungen die ausgiebige Brettergewinnung nur dadurch sicherzustellen vermag, daß vorherrschend Nutzholzstämme produziert werden, welche im Mittel einen Durchmesser am oberen Abschnitt von 24—28/30 cm ohne Rinde haben. Aus diesen Blochhölzern wird man vorherrschend Bretter von 16—27 cm Breite gewinnen können.

Stärkere Hölzer (über 35 cm Mittendurchmesser) sind den meisten Sägmühlenbesitzern keineswegs angenehm.

Als zweiter Hauptzweig des Nutzholzverbrauchs ist das kantig zu Balken, Sparren u. s. w. geschnittene Holz zu nennen. Von dem in Deutschland verwendeten Bauholz werden etwa zwei Dritteile zu Balkenholz benutzt. Abgesehen von den wenig zahlreichen

Staatsgebäuden, für die man etwas stärkere Dimensionen zu fordern pflegt, sind die Balken größtenteils zwischen 6 und 12½ m lang und haben 15/18, 16/18 .... 18/22 cm Beschlag. Die längsten Balken, sog. Durch-, Unterzüge ꝛc., sind 12½ bis 15 m lang und haben 20/25 cm Beschlag. Die Sparren, Riegel-, Pfetten ꝛc. werden in Längen von 2—8 m und 10/12 bis 15/15 cm Beschlag gebraucht. Auf die Astreinheit wird bei der Bauholzgewinnung nicht das entscheidende Gewicht gelegt. Für die Hauptmasse des Bauholzes werden sonach Nutzholzstämme erforderlich werden, deren Abschnitte im Mittel eine Zopfstärke von mindestens 22—24 cm ohne Rinde haben.

Als weiterer Hauptzweig des Holzverbrauchs ist die Verwendung des Eichen- und des (imprägnierten) Kiefernholzes zu Eisenbahnschwellen zu erwähnen. Hierzu werden in der Regel Abschnitte von 2,5 m Länge mit 25 cm Endstärke gebrauchsfähig. Sehr beträchtliche Holzquantitäten werden zum Eisenbahnwagenbau verwendet. Die Kieferndielen sind 2—6 m lang und 13—31, meistens 16—26 cm breit. Die Eichendielen haben ungefähr dieselben Dimensionen.

Ueber die Dimensionen des Schiffsbauholzes liegen mir benutzbare Angaben nicht vor.

Für weit verbreitete Produktionsgebiete Deutschlands hat der Holzverbrauch der Kohlengruben besondere Bedeutung. (Derselbe wird 1 Million Festmeter in Deutschland übersteigen.) Die sog. Stempel von 16—18 cm mittlerem Durchmesser werden ungefähr, wenn die Angaben über den Holzverbrauch in den Steinkohlengruben bei Saarbrücken allgemeine Gültigkeit haben, die Hälfte des Gesamtverbrauchs ausmachen, das Stammholz unter 31 (bei Eichen unter 36 cm) mittlerem Durchmesser 20% und 30% bleiben für die Stammhölzer von 32—47 und über 47 cm mittlerem Durchmesser. In den sächsischen Gruben werden indessen nur Hölzer mit einem mittleren Durchmesser von 10—19 cm verlangt, stärkere Hölzer sehr selten, höchstens mit 10—15% des Gesamtbedarfs.

Telegraphenstangen, Hopfen- und Bohnenstangen, Rebpfähle, die Hölzer für das Wagner- und Drehergewerbe, für Fässer, für Stuhlfabriken, Holzdraht- und Cellulosefabriken, für Holzpflaster u. s. w.

kommen als besondere forstliche Produktionszwecke nicht in Betracht, wenn auch diese Verwendungsarten örtliche Bedeutung haben können. Mit der größten Masse wird Nadelholz verbraucht und zumeist sind schwache Stämme ausreichend.

Man wird auf Grund dieses Ueberblickes annehmen dürfen, daß die deutsche Forstwirtschaft, zumal die Staatsforstwirtschaft, das Hauptgewicht in die Produktion von Blochhölzern und Balkenhölzern für den Sägebetrieb zu legen hat. Die kurzen und schwachen Bauhölzer (Sparren, Riegel) und die Gerüsthölzer, Stangen 2c. werden mit großen Massen aus den letzten Zwischennutzungen ausgesondert werden können, auch in kleinen Privatwäldern an erster Stelle produciert werden. Der Forstbetrieb in den Staats-, Gemeinde-, Körperschafts-, in den standes- und grundherrlichen Waldungen Deutschlands wird die gebotene, allseitige und intensive Nutzholzzucht niemals verwirklichen, wenn derselbe vorwiegend Stämme produziert, die in der Hauptsache Latten und schmale, unverkäufliche Bretter liefern. Die Forstprodukte müssen vielmehr im Vollgenuß der Marktfähigkeit stehen und sie müssen vor allem exportfähig werden.

Für die Hauptmasse des Nutzholzverbrauchs in Deutschland und den Exportländern werden somit Nutzholzabschnitte erforderlich, die am oberen Abschnitt einen Durchmesser von mindestens 22—24 cm haben (22 cm bei Fichten und Tannen und 24 cm bei Eichen und Kiefern mit Rinde gemessen).

Besonders bemerkenswert ist indessen, daß die Länge des Baumschaftes bei der Nutzholzgewinnung nur sehr untergeordnet in Betracht kommt. Die meisten Balkenhölzer sind nur 6—12 m lang und die 15 m langen Balken, die in relativ geringer Zahl verbraucht werden, können aus den stärksten Stämmen der Nadelholzbestände, die im 100. Jahre eine mittlere Bestandshöhe von 25—30 m auf gutem Boden haben, gewonnen werden (sie werden ohnedem in der Neuzeit vielfach durch eiserne Träger ersetzt).

Es war somit, wie wir zunächst erkennen, lediglich ein Irrtum, wenn die Forstwirte auf die Heranzucht dünner,

walzenförmiger und langer Stämme besonderes Gewicht gelegt und deshalb den dichten Kronenschluß ängstlich erhalten haben. Diese langen, dünnen Nutzholzabschnitte werden mit größeren Quantitäten gar nicht vom Holzverbrauch beansprucht. Wenn auch die in freierem Stande erwachsenen Stämme einige Centimeter mehr an Durchmesser bis zum oberen Abschnitt einbüßen, wie die Schlußstämme, wenn auch der obere Schaft stärkere Aeste hat, die etwas tiefer in das Holz hineinziehen, als bei den Schlußstämmen, so ersetzen die ersteren die mangelnde Vollholzigkeit durch einen größeren mittleren Durchmesser bei gleichem Alter und die Astreinheit des oberen Schaftes hat nicht die ausschlaggebende Bedeutung. Die mangelnde Vollholzigkeit hat zudem für die Brettergewinnung keineswegs einen so großen Nachteil, als man befürchtet hat, weil die abfallenden Seitenbretter beim Sägebetrieb nicht verloren gehen, sondern gleichfalls als Nutzholz verwertet werden. Zwar hat Nördlinger auf Grund seiner Versuche behauptet, daß astreines Bauholz größere Tragkraft habe als stark mit Aesten durchzogenes Holz; allein anderseits hat das im freieren Stande erwachsene Bauholz größere Schwere, Dauer und infolge der durch den Lichtwuchs erhöhten relativen Festigkeit selbst für Bauzwecke wahrscheinlich größere Tragkraft, als das im dichten Kronenschlusse erwachsene Bauholz.

Von der allerhöchsten Wichtigkeit für die Beurteilung der forstlichen Wirtschaftsgebräuche ist jedoch die Untersuchung, ob die intensive Nutzholzgewinnung in den deutschen Waldungen überhaupt ermöglicht werden konnte, indem man die im dichten Kronenschlusse erhaltenen Holzbestände für die jetzt plangemäßen Umtriebszeiten heranwachsen ließ. Man kann versucht werden, zu behaupten, daß diese Erntezeiten durchaus unzureichend sind, daß eine beträchtliche Umtriebserhöhung notwendig sein würde, die dem Waldbetriebe aus volkswirtschaftlichen Gründen nicht gestattet werden kann.

In den deutschen Staatswaldungen sind zur Zeit, wie ich im achten Abschnitt genauer nachweisen werde, im Mittel folgende Umtriebszeiten vorherrschend:

Fichtenbestände . . . . 100 Jahre

Kiefernbestände . . . . 85 Jahre
Weißtannenbestände . . . . . . 110 „
Eichenbestände . . . . 145 „

Was zunächst die Fichtenbestände betrifft, so wird ein Fichtenwuchs, wie er von Robert Hartig, Baur und Lorey auf ausgesuchten, normal bestockten Probeflächen der zweiten Standortsklasse gefunden wurde, zu den seltenen Erscheinungen in Deutschland zählen, denn ein Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von 8,0 Festmeter per Hektar und Jahr (somit ein gesamter Jahreszuwachs von ca. 11 Festmeter per Hektar) wird in der Regel nur in Thalmulden, auf sehr fettem Boden ꝛc., stets nur mit kleinen Flächen und niemals als Durchschnittsertrag größerer Reviere gefunden werden. Für diese ausgesuchten Standorte würde die 100jährige Umtriebszeit notdürftig genügen.

Nach dem Durchschnitt der Ertragsangaben von R. Hartig, Baur, Kunze und Lorey hat der Mittelstamm, wenn geschlossene Bestände einen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von 7,92 Festmeter per Hektar und 100 Jahre haben, einen Brusthöhendurchmesser von 30,3 cm und eine Länge von 27,3 m. Nach den Burckhardtschen Ausbauchungsreihen berechnet sich bis zu einem oberen Abschnitt von 22 cm mit Rinde ein jährlicher Nutzholzertrag von 5,51 Festmeter per Hektar und Jahr = 69,6% des Haubarkeitsertrags. Bei ähnlicher Standortsgüte (6,9 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs im 100. Jahr) hat Robert Hartig auf Grund genauer örtlicher Untersuchungen im Harz nur 30% Blochholz (darunter 20% mit 19—24 cm Ablaß) und 19% Bauholz über 0,46 cbm Massengehalt per Stamm, im ganzen 49% und somit nur 3,38 Festmeter Bloch- und Balkenholz per Hektar und hundertjährigem Durchschnitt gefunden.

Für den gewöhnlich vorkommenden Waldboden und den Ertrag größerer, geschlossener Bestände wird man höchsten Falls einen oberirdischen Gesamtertrag von 6—7 Festmeter per Jahr und Hektar und 100jährige Umtriebszeit annehmen können*), somit einen Haubarkeitsertrag von 5—6 Festmetern im 100. Jahre. Die vorgenommenen Ertragsuntersuchungen zeigen indessen, daß im 100. Altersjahr der geschlossenen Fichtenbestände bei dieser gewöhnlich vorkommenden Standortsgüte eine ausgiebige Blochholz- und Balkenholzgewinnung noch nicht möglich ist. Man würde ge-

*) In Sachsen (Staatsforst) hat der Gesamtertrag excl. Stockholz in dem Zeitraum 1874/78 5,6 Festmeter per Jahr und Hektar betragen.

nöthigt sein, die Fichtenbestände auf dem gewöhnlich vorkommenden Waldboden mit 130—140jähriger Umtriebszeit zu bewirtschaften.

Baur untersuchte auf dritter Standortsklasse einen 105jährigen Fichtenbestand mit 4,71 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs. Derselbe hatte im Mittel einen Brusthöhendurchmesser von 22 cm. Kunze untersuchte einen 94jährigen Fichtenbestand dritter Güteklasse mit 6,61 Festmeter Jahreszuwachs. Derselbe hatte einen mittleren Brusthöhendurchmesser von 21,8 cm. Wenn man indessen nach den Kunzeschen Angaben berechnet, wie viel Nutzholz die Stämme über 25,5 cm Durchmesser (i. B.) abwerfen, so ergeben sich nur 21,25% vom gesamten Haubarkeitsertrag. (Die Loreyschen Untersuchungen sind leider nicht zu benutzen, weil weder die Stammzahl der 90—100jährigen Bestände, noch der Durchmesser derselben der dritten Standortsklasse entspricht.)

Kunze untersuchte außerdem einen 132jährigen Fichtenbestand dritter Güteklasse mit 5,42 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs. Die Stämme über 26,5 cm (in Brusthöhe) liefern 429 Festmeter Nutzholz (bis zu einem oberen Durchmesser von 22 cm) oder 60% der gesamten oberirdischen Holzmasse von 715 Festmeter = 3,25 Festmeter per Jahr und Hektar.

Ein ähnliches Verhalten zeigen die geschlossen aufwachsenden Kiefernbestände.

Bei einer Gesamtproduktion von 4,5—5,5 Festmeter per Hektar und Jahr (entsprechend einem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von 3,4—4,2 Festmeter hat der Mittelstamm im 85. Jahre auf den normal bestockten Probeflächen, welche Weise untersuchte, einen Brusthöhendurchmesser von 20,6—25,0 cm, während oben eine Zopfstärke von 24 cm für nötig erachtet worden ist.

Selbst die zweite Standortsklasse der Weiseschen Ertragstafel, die einen Haubarkeitszuwachs von 5,4 Festmeter und somit einen Gesamtzuwachs von etwa 6,5 Festmeter für das 85. Jahr hat, ergibt nach den Burckhardtschen Ausbauchungsziffern nur 2,7 Festmeter Bloch- und Balkenholz (bis zu einem oberen Durchmesser von 24 cm mit Rinde) = 50%.

Für die dritte Standortsklasse der genannten Ertragstafeln (Haubarkeits-Durchschnittszuwachs 4,15 Festmeter im 85. Jahr) berechnet sich aus der Zusammenstellung der Stammklassen für das 80—90jährige Alter ein Nutzholz-Jahresertrag von 1,88 Festmeter per Hektar (bis 24 cm Zopfstärke mit Rinde).

Mit 145jähriger Umtriebszeit wird man drittens in geschlossenen Eichenbeständen kaum brauchbares Eichenschwellenholz, aber nicht die stärkeren Eichen-Nutzholzsorten produzieren können.

Robert Hartig ermittelte, daß die Rieseneichen des Forstorts Zuber im Spessart im 140. Jahre 29—35 cm Durchmesser in Brusthöhe hatten; sie würden sich somit kaum auf 5 m (zwei Schwellenlängen) benutzen lassen.

Die Fichten- und Kiefern-Starkhölzer, welche im Holzhandel vorkommen und über 35 cm in Brusthöhe messen, scheinen mit

der Hauptmasse den stärkeren Stammklassen derjenigen Bestände, welche älter als 100 Jahre geworden sind, zu entstammen, oft auch den Femelbetrieb, oder der Erziehung im gelichteten Stande auf den ursprünglich verbliebenen oder durch Schneedruck, Windwurf veranlaßten Lücken. Die starken Eichenklötze, die in der Gegenwart gehauen werden, sind sicherlich nicht in dichtgeschlossenen Hochwaldbeständen erwachsen. Sie haben zumeist als Oberholz im Mittelwalde und als Waldrechter im Hochwalde ihren Holzkörper gebildet, wie man sich durch Untersuchung der Jahresringe überzeugen kann.

Man darf sonach mit Sicherheit behaupten: **Die Erziehung der Waldbäume im Kronenschluß würde ohne eine sehr wesentliche Erhöhung der bestehenden Umtriebszeiten keinesfalls die Feuerprobe bestanden haben, wenn die intensive Nutzholzproduktion, die in den größeren forsttechnisch bewirtschafteten Waldungen ihren Schwerpunkt in der Erziehung von stärkerem Sägeholz und Bauholz zu finden hat, von den deutschen Forstwirten ernstlich erstrebt worden wäre.**

II.

Die Holzmassenproduktion der Waldbestände im dichten Schluß der Baumkronen und im geöffneten Kronenraum.

Die Leser der vorstehenden Darlegung werden vermuten, daß die Nutzholzproduktion mittels Bestandsformen, welche dem oberholzreichen Mittelwalde ähnlich sehen, durch eine beträchtliche Verringerung der gesamten Holzerzeugung im Walde erkauft worden wäre. Man wird sagen: einzelne Bäume erlangen allerdings im Freistande einen größeren Umfang und einen höheren Verkaufswert; aber man kann dieselben während der Erziehung nicht so dicht aneinander rücken, daß auf der Gesamtfläche ein gleich großer Massen- oder Wertertrag gewonnen werden kann, als bei dicht geschlossenen Holzbeständen. In den geschlossenen Hochwaldbeständen werden zwar die starken Sägeklötze u. s. w. nicht vorwiegend produziert worden sein, aber dafür wird man

mit ungleich größeren Holzmassen schwache Bauholzstämme und große Brennstoffmengen gezüchtet haben, und die ersteren sind ja in dichtbevölkerten, gewerbreichen Ländern, wie z. B. im Königreich Sachsen, als Nutzholz zu verwerten. Und dabei befördert, so wird man mutmaßen, der Kronenschluß den Höhenwuchs und die Astreinheit der Baumschäfte, melioriert den Waldboden am meisten u. s. w.

Wir müssen zunächst untersuchen, ob und wie weit diese Vermutungen begründet sind.

1) Die Holzmassenproduktion der Waldbäume im dichten Kronenschluß und im geräumigen Stande während der Jugendzeit.

Wenn die Waldbäume im freien Stande, z. B. als Oberholz des Mittelwaldes, aufwachsen, so lagern sie von Jahrzehnt zu Jahrzehnt immer größere Zuwachsmassen auf, bis sie in den meisten Fällen 80 bis 100 Jahr alt geworden sind.

Der Verfasser hat den Zuwachs derartiger freiwachsenden Stämme durch umfangreiche Messungen bestimmt. Der Massenzuwachs des mittleren Einzelstammes zeigte von 10 zu 10 Jahren folgenden Gang:

Jahre.	Buche auf Muschelkalk.	Buche auf buntem Sandstein.	Fichte auf Keuperlehm.	Kiefer auf Keuperlehm.	Kiefer auf Keupersand.	Kiefer auf Thonschiefer und Granit.
	Zuwachs des mittleren freistehenden Stammes in Festmeter.					
30—40	0,081	0,036	0,141	0,182	0,087	0,169
40—50	0,181	0,098	0,150	0,295	0,110	0,201
50—60	0,263	0,147	0,193	0,363	0,135	0,222
60—70	0,314	0,153	0,254	0,349	0,157	0,221
70—80	0,314	0,191	0,318	0,394	0,230	0,212
80—90	0,320	0,228	0,319	0,307	0,218	—
90—100	0,368	0,230	0,339	0,363	0,196	—
100—110	0,348	0,295	0,278	—	—	—
110—120	0,310	0,316	—	—	—	—

Vergleichen wir hiermit den Zuwachsgang der normal geschlossenen Bestände, so zeigt sich ein charakteristisches Ver-

halten: Der Massenzuwachs, der bis zum 20. bis 30jährigen Alter auf gutem und bis zum 30. bis 40 jährigen Alter auf geringem Boden auch in diesen geschlossenen Holzbeständen fröhlich ansteigt, wird nach diesem Zeitpunkt geringer, als er vor demselben war und nimmt von Jahrzehnt zu Jahrzehnt mehr ab. Wodurch wird diese sonderbare Verschiedenheit im Wuchse der Waldbäume verursacht? Warum wachsen die Buchen, Kiefern, Fichten, wenn sie zusammen stehen, nicht nach den gleichen Gesetzen, wie im Einzelstande?

Nach den Messungen im Solling und den Untersuchungen des Verfassers ist anzunehmen, daß den Baumkronen erwachsener Stämme der volle Lichtgenuß nicht mehr gestattet ist, wenn die Stammgrundfläche in Brusthöhe bei Fichten und Kiefern 30 qm (gefunden wurden in den freiwüchsigen Horsten 31,7 qm) und bei Buchen 20 qm merklich überschreitet. Wir kennen zwar die Wachsraumsansprüche der Waldbäume in den verschiedenen Lebensperioden noch nicht genau; aber es ist jedenfalls auffallend, daß die geschlossenen Bestände den Zeitpunkt, wo die Grundfläche der dominierenden Stämme diese Sätze überschreitet, auch in der Jugendzeit genau markieren, indem ihre Produktion sinkt, um sich niemals wieder auf den früheren Stand zu erheben.

Schuberg hat die ständigen Aufnahmen der badischen Versuchsflächen zusammengestellt. Diese Ertragsangaben sind bis jetzt relativ die zuverlässigsten. Das Verhalten der Rotbuchenbestände auf der zweiten und dritten Standortsklasse, gegenüber dem eben genannten Maximum von 20 qm Stammgrundfläche, wird wie folgt nachgewiesen:

	Bestandsalter. Jahr.	Stammgrundfläche qm per Hektar.	Zuwachs in den letzten fünf Jahren.
Standortsklasse II	25	18,1	44
	30	22,1	42
	35	25,0	42
	40	27,4	26
Standortsklasse III	25	15,1	23
	30	18,8	56
	35	21,4	33
	40	23,1	21

Die Kiefernbestände auf zweiter Standortsklasse[1]) verhalten sich gegenüber dem genannten Maximum von 30 qm wie folgt:

---

[1]) Leider hat Schuberg die Stammgrundflächen für die übrigen Klassen nicht angegeben.

Bestandsalter.	Stammgrundfläche qm per Hektar.	Zuwachs der letzten 5 Jahre.
20	26,2	32
25	**29,8**	**65**
30	**32,6**	**46**
35	34,8	24

In den Ertragstafeln von Weise tritt die Zuwachsabnahme schon bei einer Stammgrundfläche von circa 24 qm ein; diese Ertragskurven bedürfen jedoch nach der Prüfung.

In den Fichtenbeständen dritter Klasse fand Schuberg folgendes Verhalten:

Bestandsalter.	Stammgrundfläche. qm.	Zuwachs. Festm.
35	37,6	41
40	41,6	39

Lorey*) hat die württembergischen Fichtenversuchsflächen wiederholt aufgenommen und gibt für die hier einschlägigen Standortsklassen (5,23 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs im 100. Jahr sind für obige 30 qm ermittelt worden und für die Vergleichung maßgebend) das Verhalten gegenüber dem Maximum von 30 qm wie folgt an:

Dritte Klasse mit 6,7 Festm. Haubarkeits-Durchschnittszuwachs im 100. Jahr:

Bestandsalter. Jahr.	Stammgrundfläche qm per Hektar.	Zuwachs der letzten 5 Jahre Festm. per Hektar.
35	26,2	37
40	29,9	43
45	33,0	51
50	**35,6**	**53**
55	**37,7**	**49**
60	39,5	48

Vierte Standortsklasse mit 4,4 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs im 100. Jahr:

Bestandsalter.	Stammgrundfläche.	Zuwachs.
35	21,0	26
40	24,8	29
45	27,7	32
50	**29,9**	**35**
55	**31,6**	**34**
60	33,0	34

Im Mittel der beiden Standortsklassen erreicht der Zuwachs sein Maximum bei circa 32 qm.

Ueberall tritt uns sonach die gleiche und sicherlich beachtenswerte Erscheinung entgegen: sobald nach dem 25jährigen

*) Für die früheren Baurschen Aufnahmen in den württembergischen Fichtenbeständen habe ich bereits 1877 nachgewiesen, daß der Zuwachs sinkt, wenn die Stammgrundfläche 32—36 qm übersteigt.

Alter die Bestände zusammengedrängt werden zu einem dichteren Stande, als der oben genannten, an freiwüchsigen Bäumen ermittelten Stammgrundfläche entspricht, so sinkt der Zuwachs.

Es war die Frage zu beantworten: wie verhält sich die Massenproduktion der Holzbestände, wenn vor oder nach dem genannten Zeitpunkt der Wachsraum für eine mehrjährige Kronenentwicklung geöffnet wird?

Man hat vielfach in den deutschen Waldungen und unter vergleichungsfähigen Verhältnissen Holzpflanzungen in verschiedener Entfernung der Pflanzen angelegt und auch die Holzmasse der stammreichen und stammarmen aus Holzsaat und natürlicher Verjüngung hervorgegangenen Holzbestände gemessen. Die zuerst genannten Pflanzungen sind oft nach 6 und oft nach 18 Jahren in Schluß getreten. Zwar ist die Massenproduktion, die man im 20-, 30jährigen Alter ermittelt hat, kein genauer Maßstab. Man sieht leicht ein, daß derartige Untersuchungen nur dann ganz genaue Anhaltspunkte liefern können, wenn alle Probeflächen bis zum Eintritt des Kronenschlusses gleich bestockt sind und erst im 5. oder 10. oder 15. Jahre auf den auszulichtenden Versuchsflächen verschiedene Auslichtungsgrade hergestellt und erhalten werden, während die übrigen Versuchsflächen im Kronenschluß bleiben. Immerhin liefern diese Untersuchungen, wie wir gleich sehen werden, ein reichhaltiges Material zur Beurteilung der eben gestellten Frage.

a. Karl Heyer legte im Jahre 1827 auf gleichem Standort Kiefernpflanzungen in verschiedenen Quadratverbänden an. Im 25. Jahre hatten die Bestände folgende Holzmassenproduktion per Hektar:

Pflanzenentfernung.	Durchschnittszuwachs per Jahr.
1,0 m	11,3
1,5 „	9,5
2,0 „	8,6
2,5 „	8,5
3,0 „	7,0

Diese schöne Untersuchung scheint auf den ersten Blick die größere Massenproduktion des dichten Pflanzenstandes zu beweisen. Man wird versucht zu behaupten, daß das Maximum der Holzerzeugung bei Pflanzungen eine Pflanzenentfernung von 1 m im Quadratverband vielleicht noch einen dichteren Stand bedinge. Allein ich habe schon oben gesagt, daß bei derartigen Versuchen gleiche

Verhältnisse bis zum Eintritt des Kronenschlusses vorhanden sein müssen. Es ist selbstverständlich, daß 100 Pflanzen einen höheren Zuwachs haben als 50 ebenso hohe und ebenso alte Pflanzen, wenn die ersteren unter den gleichen Verhältnissen — im Einzelstande — aufwachsen. Wir haben zu untersuchen: wie haben sich die Wachstumsverhältnisse gestaltet, nachdem sowohl die engständigen als die weitständigen Pflanzungen Heyers in Kronenschluß getreten waren?

Wenn man nach den Biermannschen Messungen annimmt, daß die Astverbreitung der jungen Kiefer nach allen Richtungen 8—9 cm per Jahr beträgt, so treten die gepflanzten Kiefern in Kronenschluß:

bei	1,0 m	Verband	im	6jährigen	Alter
„	1,5 „	„	„	9 „	„
„	2,0 „	„	„	12 „	„
„	2,5 „	„	„	15 „	„
„	3,0 „	„	„	18 „	„

Vor diesem Zeitpunkt hatten, wie gesagt, die sämtlich einzelständigen Pflanzen zwar gleichen Wachsraum, jedoch wird die Bodenaustrocknung in den weitständigen Pflanzungen ungünstiger gewirkt haben, wie in den engen Pflanzverbänden, Indessen wollen wir gleichen Jahreszuwachs für alle freiständigen Pflanzen annehmen — bis zum Kronenschluß. Bei dieser — sicherlich annähernd richtigen — Voraussetzung berechnet sich der folgende Jahreszuwachs pro Hektar vom Eintritt des Kronenschlusses an bis zum 25. Jahre:

1 m	Verband	11,3 Festmeter
1½ „	„	12,1 „
2 „	„	13,9 „
2½ „	„	18,6 „
3 „	„	21,8 „

Diese anscheinend beweisfähige Untersuchung von Karl und Gustav Heyer hat somit die größere Holzmassenproduktion der Waldbäume im Kronenschlusse — gegenüber der freiständigen Erziehung — keineswegs nachgewiesen. Es ist leider unterlassen worden, durch Lichtungshiebe je einen Teil dieser Versuchsflächen bald nach erfolgtem Kronenschluß in freiständigen Holzwuchs zu bringen. Auch scheint die wiederholte Aufnahme dieser jetzt 56jährigen Kiefernbestände unterblieben zu sein; vielleicht hat der Vorsprung in Höhe und Stärke, den die Kiefern im weiten Verband schon frühzeitig erreicht hatten, längst den Ausfall an Massenproduktion wieder ausgeglichen.

b. Im Fürstentum Lippe-Detmold wurden auf gutem Boden 15jährige Buchenheister in verschiedene Entfernungen eingepflanzt — in eine durchschnittliche Entfernung von 2,8 und 4,4 m. Bei der zuerst genannten Entfernung produzierten die Stämme in den nächsten 45 Jahren einen Jahreszuwachs von 5,6 Festmeter per Hektar, bei der zuletzt genannten Entfernung in den nächsten 61 Jahren einen Jahreszuwachs von 6,8 Festmeter per Hektar. Die 60jährigen Buchen hatten eine Höhe von 14,5 m, die 76jährigen Buchen sogar von 22,3 m erreicht — sicherlich für Buchen kein krüppelhafter Wuchs.

c. Professor Becker in Rostock begründete vergleichungsfähige Kiefern-Saat- und -Pflanzbestände, wobei die Pflanzen den 2jährigen Saaten entnommen wurden. Die beiden Bestände wurden nach 17, 21 und 25 Jahren wiederholt untersucht, sie hatten folgende Stammzahlen per Hektare:

17jährige	Pflanzung	5 135
19 „	Saat	19 952
21 „	Pflanzung	5 135
23 „	Saat	12 740
25 „	Pflanzung	4 430
27 „	Saat	5 840

Nach 25 Jahren hatte der Pflanzbestand (im Dreiecksverband mit 1,4 m Abstand) eine durchschnittliche Jahresproduktion von 15,0 Festmeter per Hektar, der 27jährige Saatbestand 7,4 Festmeter per Hektar. Die mittlere Stammhöhe war in dem 25jährigen Pflanzbestand 10,8 m, dagegen in dem 27jährigen Saatbestande nur 7,5 m.

d. Heimberger hat im hessischen Vogelsberge in drei 35jährigen Fichtenbeständen, die eine sehr verschiedene Stammzahl hatten, und in einem weitständigen 51jährigen Fichtenpflanzenbestand die Produktion gemessen. In den 35jährigen Beständen fanden sich Stämme per Hektar (inkl. der bei Nr. 2 im 34jährigen Alter herausgehauenen Durchforstungsstämme)

Nr. 1, Saat	4547
Nr. 2, Pflanzung	4234
Nr. 3, Saat, licht gehalten	2074
Sodann in dem 51jährigen Pflanzbestand Nr. 4	537

Es ist zunächst interessant zu erfahren, wie dieser verschiedene Wachsraum auf die Höhenentwicklung gewirkt hat. Die mittlere Stammhöhe wird wie folgt angegeben:

Nr. 1	im 35. Jahre	mit 4547 Stämmen	12,2 m
„ 2	„ 35. „	„ 4234 „	13,2 „
„ 3	„ 35. „	„ 2074 „	16,3 „
„ 4	„ 51. „	„ 537 „	21,3 „

(Nr. 3 jährlich 0,466 m, Nr. 4 jährlich 0,417 m.)

Die jährliche Holzproduktion hatte im Durchschnitt betragen:

Nr. 1	9,8	Festmeter per Hektar
„ 2	10,0	„ „ „
„ 3	16,3	„ „ „
„ 4	17,4	„ „ „

Hiernach scheinen die 537 Stämme des Pflanzbestands Nr. 4 den 2074 Stämmen des Saatbestands Nr. 3 ziemlich die Wagschale sowohl im Höhenwuchs als in der Massenproduktion gehalten zu haben.

e. Unger hat Beobachtungen und Untersuchungen über den Höhenwuchs und die Astverbreitung der jugendlichen Fichten im braunschweigischen Harze veröffentlicht (1863); die gefundenen Resultate geben Aufschluß über die Wirkung

der verschiedenen Entfernung auf den Eintritt des Kronenschlusses. Auf mittelmäßigem, mehr trockenem, als frischem Boden wurde folgendes ermittelt, nachdem die Fichten im 3—4jährigen Alter gepflanzt worden waren:

Nach Ausführung der Pflanzung. Jahre.	Stammhöhe. m	Durchmesser der größten Zweigverbreitung. m
9	0,855	0,855
10	0,997	0,997
11	1,282	1,140
12	1,710	1,282
13	2,137	1,425
14	2,565	1,565
15	2,992	1,710
16	3,420	1,852
17	3,990	1,995
18	4,560	2,137
19	5,130	2,208
20	5,700	2,228

Hiernach tritt Schluß ein bei einer Entfernung der Pflanzen im Quadratverband:

von 0,855 m nach 9 Jahren
„ 1,140 „ „ 11 „
„ 1,425 „ „ 13 „
„ 1,710 „ „ 15 „

Mehrere Jahre nachher beginnt die Reinigung, das Trockenwerden der unteren Zweige. Unger glaubt, daß man die Austrocknung des Bodens nur im geringen Maße durch enge Pflanzweiten verhüten könne, denn von der Reinigung vermöge der Nadelabfall keine sichtbare Bodendecke zu bilden. Wenn die Reinigung bei einem Quadratverband von 1,14 m nach 16 Jahren beginne, so beginne dieselbe bei einem Quadratverband von 1,71 m nach 20 Jahren. In den ersten fünf Jahren würden die Fichtenpflanzen im westlichen Harz nur 0,43 m hoch und die Bezweigung sei locker.

Die Pflanzweite habe ebensowenig Einfluß auf die Astreinheit des Schaftes. Unger untersuchte einen von Jugend auf geschlossenen Saatbestand und einen in 2,3 m Quadratverband mit 0,6—0,7 m hohen Pflanzen begründeten Pflanzbestand. Er fand im letzteren keine stärkeren Aeste bis einige Fuß über Brusthöhe gehend, als im Saatbestand.

Ebensowenig könne die verschiedene Entfernung der Pflanzen Einfluß auf die Langschaftigkeit ausüben. Der Höhenwuchs beginne in Fichtenkulturen, wenn die Pflanzen die Höhe von 0,9—1,2 m erreicht haben und der größte Zweigdurchmesser dieselbe Ausdehnung gewonnen habe. Schon vor Eintritt des Schlusses beginne das lebhafte Wachstum, selbst auf trockenem Boden.

Nach Unger schließen sich Eichen, wenn sie 4,56 m Quadratverband gepflanzt sind, nach 30—35 Jahren, dagegen bei einem Quadratverband von 6,84 m

in 50—60 Jahren, bei einer Reihenentfernung von 9,52 m und einer Pflanzenentfernung in den Reihen von 6,84 m nach 90 Jahren. Der Schluß erfolgt stets in jeder Richtung.

f. Interessante Untersuchungen über Eichenpflanzwaldungen liegen ferner aus Kurhessen vor (Reinhardswald, bunter Sandstein mit thonigem Bindemittel). Ein in 5,76 m Entfernung vor 70 Jahren gepflanzter Eichenpflanzbestand hatte im 90jährigen Gesamtalter mindestens dieselbe Höhe (die höchsten Stämme waren 21—22 m hoch) und einen etwas größeren Massengehalt, als ein 90jähriger geschlossener Eichenbestand, während in letzterem die Stärke der Stämme weit dem Pflanzbestande nachstand. Hier wie dort gab die Masse $^2/_3$ Nutzholz.

g. Im Marienberger Revier im Königreich Sachsen wurden im Frühjahr 1825 zwei vollkommen gleiche Flächen mit 5jährigen Fichten bepflanzt. Man gelangte zu anderen Resultaten. — Die stammreichen Bestände hatten größeren Zuwachs. Allein diese Erscheinung ist erklärlich; man hat die Pflanzenreihen sehr weit voneinander entfernt und die Pflanzen in den Reihen sehr eng gesetzt. Die eine Fläche bepflanzte man in Reihen mit 3,4 m Abstand und einem Abstand in den Reihen von 0,85 m, die andere Fläche, dicht daneben, mit einem gleichweiten Verbande von 1,1 m. Auf der ersten Fläche fanden sich nach 26 Jahren 3050 Stangen per Hektar und ein Durchschnittszuwachs von 5,4 Festmeter mit Reisig und 4,3 Festmeter ohne Reisig. Auf der zweiten Fläche fanden sich im gleichen Jahre 5085 prädominierende Stangen per Hektar und 7,3 Festmeter Durchschnittszuwachs mit Reisig, 5,2 Festmeter ohne Reisig.

Diese Untersuchung ist leider nicht beweisfähig. In der weiter entfernten Pflanzung ist nicht nur der Zuwachs bis zum Eintritt des Kronenschlusses aus den oben erörterten Ursachen geringer gewesen, als im Verband von 1,1 m, der Reihenabstand von 3,4 m und eine Pflanzenentfernung von 0,85 m in den Reihen hat auch offenbar eine unrichtige Verteilung des Wachsraums bewirkt. Seitlich ist ein zu großer Wachsraum frei geblieben und in den Reihen war die Kronenspannung zu stark.

Dasselbe gilt von einem weiteren Versuch im sächsischen Revier Rückerswalde. 29jährige Probeflächen waren in einem Reihenabstand von 4,29 m und einer Pflanzenentfernung von 1,13 m und b. mit einer gleichmäßigen Entfernung von 1,13 m begründet worden. Im 29. Jahr fanden sich a. nur 1764 prädominierende Stangen und b. 6078 prädominierende Stangen, dagegen a. ein Durchschnittszuwachs von 6,9 Festmeter per Hektar mit und 4,0 Festmeter per Hektar ohne Reisig, und b. ein Durchschnittszuwachs von 7,2 Festmeter per Hektar mit und 5,2 Festmeter ohne Reisig. Bei der geringen Stammzahl, die man ad a gefunden hat, ist es auffallend, daß die Differenz in der Massenproduktion nicht größer war (cf. die Besprechung der Heyerschen Untersuchung).

h. Nach den Mitteilungen von Bergs über die Ergebnisse der Kulturversuche im Harz durch Fichtenbüschelpflanzung tritt gleichfalls bei einer Pflanzenentfernung von 1,75 m der größte Höhenwuchs und die stärkste Massenentwicklung ein. Edmund von Berg glaubt deshalb, daß eine Pflanzweite unter 1,5 m lediglich Kostenverschwendung bewirke.

i. Ferner hat Auhagen (1859) Fichtenbestände im Harz, die mit verschiedener Pflanzweite (Büschelpflanzung) begründet waren, im 30jährigen Alter untersucht und folgende Resultate gefunden. (Die Untersuchungsfläche [Brandkopf] war eine nördliche Bergseite, 400—440 m über der Ostsee, Grauwackenformation, frischer, ziemlich tiefgründiger Lehmboden.)

Quadratverband in Meter.	Des durchforsteten Bestands per Hektar					Des Normalbaumes		
	Stammzahl.	Stammgrundfläche.	Höhe.	Formzahl.	Holzmasse.	Höhe.	Durchmesser.	Holzmasse.
		qm	m		Festm.	m	cm	
0,876	10 260	17,0	4,4	0,68	51	4,5	4,6	0,005
1,022	8 169	16,2	4,7	0,65	48	4,9	5,0	0,006
1,168	7 464	15,8	5,0	0,64	50	5,0	5 2	0,007
1,314	6 120	13,9	5,3	0,59	43	5,2	5,5	0,007
1,606	4 845	17,6	6,4	0,56	63	6,5	9,3	0,014
1,752	3 933	17,3	6,4	0,53	58	6,5	7,4	0,015

Eine weitere Untersuchung auf einem nordwestlichen Bergabhang mit kräftigem, mitteltiefem Lehmboden (Forstort Lindenberg) kommt zu gleichen Resultaten. Sie wurde bis zu 2,04 m Quadratverband ausgedehnt. Das Maximum des Höhenwuchses und der Massenentwicklung scheint hierbei die Pflanzentfernung von 1,75 m zu gewähren.

Bei einer Pflanzweite der Büschel von 88 cm war im Harz der Schneebruch am stärksten, die Bezweigung der Stämme am schwächsten, der Höhenwuchs am geringsten, während bei einer Entfernung von 1,6—1,8 m die Stangen die schönste Bezweigung hatten. Allerdings lieferten die dichteren Büschelpflanzungen einen etwas größeren Ertrag an geringem Holz bei der ersten Durchforstung. Nach Auhagen hat sich das Verhältnis im Forstort Brandkopf wie folgt gestellt:

0,876 m	Quadratverband	1,00
1,022 „	„	0,69
1,168 „	„	0,63
1,314 „	„	0,63
1,606 „	„	0,59
1,752 „	„	0,61

Dagegen im Forstort Lindenberg

1,168 m	Quadratverband	1,00
1,460 „	„	1,41
1,752 „	„	1,57
2,044 „	„	1,05

k. Weitere vergleichende Untersuchungen verdanken wir

k. Schembar. Zunächst hat derselbe einen 41jährigen Fichtenbestand auf bindenden Lehmboden, der unter adäquaten Verhältnissen teils in 3 Kasseler Füßen, teils in 5 Kasseler Füßen (bei Annahme des Kasseler Werkfußes 84 und 142 cm) gepflanzt worden waren, aufgenommen. Zwar waren im weiteren Verband die Stämme 1,1 bis 2,0 m höher und 2,1—2,4 cm stärker, aber der gesamte Massengehalt war 13—29 % geringer, als im Verbande von 84 cm — ein Ergebnis, welches uns nach der obigen Erörterung der Heyerschen Untersuchung nicht überraschen kann.

Schembar untersuchte ferner zwei aneinander grenzende, 44jährige, bereits zweimal gelind durchforstete, unter völlig vergleichbaren Verhältnissen erwachsene Fichtenbestände, welche in einer Entfernung von 40 und 114 cm gepflanzt worden waren. Die dichte Pflanzung war in der Höhe um 2,6 m, in der Stärke um 1,2 cm und im Massengehalt um 17 % zurückgeblieben.

l. Im Königreich Sachsen hat man im Jahre 1860 mehrere Versuchsflächen angelegt, um den Einfluß der Anbaumethode auf die Entwicklung der Fichte und Kiefer zu bestimmen und zu vergleichen. In den beiden Revieren Reudnitz (Diluvialsand, 140—160 m Meereshöhe) und Markersbach (ziemlich schwerer Lehmboden, 435—440 m Meereshöhe wurden je 0,27671 ha große Versuchsflächen in verschiedener Weise mit Kiefern besät und bepflanzt. Kunze hat die Versuchsflächen nach 19—21 Jahren aufgenommen und folgende Ergebnisse per Hektar gefunden:

Art der Begründung.	Pflanzenentfernung.	Des Hauptbestands				
		Stammzahl.	Mittelstamm.		Holzmasse.	
			Durchmesser.	Länge.	Derbholz.	Schaftholz.
I. Revier Reudnitz.						
	m		cm	m	Festm.	Festm.
Quadratpflanzen . .	0,85	7 445	7,2	7,45	80,35	145,98
„ . .	1,13	5 222	8,3	7,85	92,28	137,26
„ (Hügel)	1,13	4 770	8,1	7,84	72,72	116,97
„ . .	1,42	3 534	9,9	8,74	114,44	141,92
„ . .	1,70	2 497	10,5	8,06	84,65	102,56
„ . .	1,98	2 027	11,7	8,62	90,80	103,38
Reihenpflanzen . . .	0,85—2,27	3 379	9,2	7,62	75,11	100,66
„ . . .	1,13—3,40	1 868	10,4	7,39	57,44	69,57
Vollsaat	—	10 585	5,3	5,51	31,42	92,37
Riesensaat	—	8 746	5,8	6,09	37,25	98,45
Plätzesaat	—	4 597	6,9	6,00	48,01	73,22

Art der Begründung.	Pflanzen-entfernung.	Des Hauptbestands				
		Stammzahl.	Mittelstamm.		Holzmasse.	
			Durchmesser.	Länge.	Derbholz.	Schaftholz.
II. Revier Markersbach.						
	m		cm	m	Festm.	Festm.
Quadratpflanzen . .	0,85	9 537	5,7	5,53	29 68	91,49
" . .	1,13	5 764	6,9	5,94	47,43	86,50
" (Hügel)	1,13	6 169	7,2	6,08	52,64	96,79
" . .	1,42	3 954	8,1	6,18	57,13	81,44
" . .	1,70	2,989	8,8	6,66	53,49	74,83
" . .	1,98	2 425	9,8	6,67	59,61	74,73
Reihenpflanze . . .	0,85—2,27	4 669	7,1	5,67	40,42	71,19
" . . .	1,13—3,40	2 580	8,6	6,03	42,04	57,02
Vollsaat	—	15 142	4,5	5,18	22,11	92,07
Reihensaat	—	9 136	5,5	5,66	31,92	84,61
Plätzesaat	—	8 937	5,7	5,86	35,94	89,00

Das Maximum des Derbholz- und Schaftholzzuwachses erfolgt hiernach bei einem Pflanzenbestand von 1,13—1,42 m. Aber der Höhenwuchs wird durch eine größere Entfernung befördert. Vor allem ist jedoch ersichtlich, daß der dichte Pflanzenstand bei den Saaten die Höhen und Massenentwicklung zurückhält. Der Durchforstungsertrag an Derbholz differierte nicht bemerkenswert; die Pflanzung in 0,85 m Quadratverband und die Saaten hatten viel Reisholz, aber fast gar kein Derbholz geliefert. Ich mache auf die vollkommen beweiskräftigen Ergebnisse dieser Untersuchung besonders aufmerksam.

m. Man hat ferner im Königreich Sachsen (Erzgebirge) eine Durchforstungsversuchsfläche in einem 49jährigen Buchenbestand angelegt (1861). Derselbe war aus natürlicher Verjüngung hervorgegangen, der Wuchs war kräftig und der Schluß allenthalben ein vollständiger.

Auf der Fläche Nr. 1, die man am stärksten durchforstete, blieben stehen:

bei der Durchforstung im Jahre:	Stammzahl.	Stammgrundfläche.
		qm
1861	3114	21,2
1867	2020	20,5
1872	1955	24,0
1877	1838	26,6
1882	1749	28,6

Nach der zweiten Durchforstung, also nach dem Jahre 1867, fand sich auf dieser stark durchforsteten Fläche Polytrichum commune in zahllosen, bis 1 qm großen Polstern; dieses Moos war jedoch 1883 wieder im Verschwinden begriffen. Im Jahre 1883 erschien ziemlich zahlreicher Buchenaufschlag. (Nach den Erfahrungen des Verfassers bleibt der Boden in viel stärker durchforsteten 50- bis 60jährigen Buchenbeständen mit Laub bedeckt.)

Im Jahre 1861 verblieb eine Holzmasse von	156,1	Festmeter
Genützt wurden von 1861—1882	48,9	„
Im Jahre 1882 fanden sich	251,2	„
Folglich Zuwachs	144,0	Festmeter

oder per Jahr 6,86 Festmeter.

Auf der mäßig durchforsteten Fläche Nr. 2 blieben stehen:

Durchforstung. Jahr	Stammzahl.	Stammgrundfläche. qm
1861	4189	22,9
1867	2874	23,8
1872	2697	26,9
1877	2335	28,5
1882	2095	29,6

Im Jahre 1861 verblieb an Holzmasse	174,3	Festmeter
Von 1861 bis 1882 wurden genützt	39,8	„
Im Jahre 1882 fanden sich	250,9	„
Folglich Zuwachs	116,4	Festmeter

per Jahr 5,54 Festmeter.

Auf der nichtdurchforsteten Fläche Nr. 3 verringerte sich die Stammzahl durch Windwurf und Dürrwerden von 4952 Stämmen auf 3572 Stämme, die Stammgrundfläche vermehrte sich von 30,1 auf 34,2 qm.

Die Masse, zuerst im Jahre 1867 ermittelt, hat betragen	238,1	Festmeter
Windwurf und Dürrhölzer	9,0	„
Vorrat 1882	317,1	„
Folglich Zuwachs in 15 Jahren	88,0	Festmeter

per Jahr 5,87 Festmeter.

Die Höhenzunahme der verschieden durchforsteten Bestandsflächen zeigt keine wesentlichen Unterschiede.

Der nur um 1 Festmeter per Hektar und Jahr größere Zuwachs der scharf durchforsteten Fläche erklärt sich, wenn man erwägt, daß dieselbe keineswegs in eigentlichen Lichtungszuwachs getreten ist. Während wir oben die zulässige Grundflächensumme vor der Lichtung auf circa 20 qm angegeben haben, schwankt die bei der Durchforstung verbliebene Stammgrundflächensumme zwischen 21 und 29 qm; nach den Erfahrungen des Verfassers sind in 40—50jährigen Buchenhochwaldbeständen ähnlicher Standortsgüte nur 12—15 qm zu belassen, wenn voller Lichtungszuwachs eintreten soll. Der sächsische Versuch beweist ferner, daß die mäßig gegriffene Durchforstung einen sehr geringen Einfluß auf die Holz-

massenproduktion des verbleibenden Bestands ausübt — was schon Heinrich Cotta erkannt hatte (siehe elften Abschnitt).

n. Aus den Ertragsuntersuchungen, welche Baur und Weise für die Fichte, Rotbuche und Kiefer vorgenommen haben, läßt sich ersehen, daß die geringe Stammzahl per Hektar, welche in Pflanzbeständen vorgefunden wird, fast immer eine beträchtlich größere Derbholzmasse und sehr oft eine größere Gesamtmasse hervorgebracht hat und daß die Stämme stets höher und stärker sind, als in dichten Saaten und natürlichen Verjüngungen. Der Unterschied ist so beträchtlich, daß es den Anschein gewinnt, als ob diese Pflanzbestände auf einer höheren Standortsklasse gewachsen seien. Baur hat dieselben beim Entwurf seiner Ertragstafeln ausgeschieden.

In Sachsen sollen indessen, wie Kunze neuerdings behauptet, Saat- und Pflanzbestände hinsichtlich ihrer Masse keinen beträchtlichen Unterschied gezeigt haben. Junge Saatbestände sind in Sachsen seltener untersucht worden. Indessen ergibt eine Zusammenstellung der 15—30jährigen Fichtenbestände nach Stammzahlen in dem von Kunze mitgeteilten Untersuchungsmaterial folgenden Durchschnittszuwachs per Hektar:

Güteklasse.	Stammzahl per Hektar:				
	Bis 5500	5501/8500	8501/11 500	11 501/14 500	Ueber 14 500
	Festmeter Jahreszuwachs an Gesamtmasse:				
I.	10,61	9,68	—	—	8,00
II.	8,80	8,49	—	—	6,68

Die Erscheinung, daß die Produktionsleistungen mit der Abnahme der Stammzahl steigen, tritt am schärfsten in den 15—30jährigen Kiefernbeständen auf erster Standortsklasse hervor, weil hier sehr zahlreiche Normalbestände untersucht worden sind. Nach Weise erfolgte auf dieser ersten Bonitätsklasse Jahreszuwachs an prädominierender Holzmasse per Hektar bei einer Stammzahl von bis

3000 Stämmen . . . . 10,5 Festmeter
3—4000 Stämmen . . . 9,6 „
4—5000 „ . . . 8,7 „
5000 und mehr Stämme . . 7,5 „

Auf zweiter Standortsklasse hatten die 15—30jährigen Bestände per Hektar Jahreszuwachs:

bis 5000 Stämme . . . . 7,0 Festmeter
über 5000 Stämme . . . . 6,6 „

Baur und Brey fanden in 15—30jährigen Fichtenbeständen Jahreszuwachs auf erster Standortsklasse:

bis 5000 Stämme . . . . 12,1 Festmeter
über 5000 Stämme . . . 10,8 „

Die Untersuchungen und Beobachtungen, die wir vorher kennen gelernt haben*), zeigen übereinstimmend, daß der dichte Schluß und der enge Pflanzenstand weder den Höhenwuchs, noch die Massenproduktion zu steigern vermag — selbst bei dem lebhaften Höhenwuchse, den die Holzpflanzen in der Jugendzeit entwickeln. Die Waldbäume brauchen von Jugend auf zu diesem lebhaften Höhenwuchs und zu der normalen Schaftbildung einen freien Kronenraum. Man kann keinen Augenblick bezweifeln, daß aus den weitständigen Pflanzungen (etwa von 1,5 bis zu 2 m Entfernung) die schönsten Nutzholzbestände hervorgehen würden. Es kommt nicht darauf an, ob bis zum 20. Jahre etwas mehr oder weniger Schaftholz oder Derbholz produziert worden ist, weil die größere Masse alsbald den Durchforstungen anheimfällt und nur geringfügigen Brennwert hat. Vielmehr ist maßgebend, ob nach dem 20. Jahre die zunächst im Kronenschlusse fortwachsenden Holzbestände günstige oder ungünstige Wuchsbedingungen vorfinden und es ist keinem Zweifel unterworfen, daß die Junghölzer, welche aus den Pflanzungen mit 1—1½ m Quadratverband hervorgegangen sind, bald in die gleiche Lage kommen, wie die dichten Pflanzungen und Saaten vor dem 20. Jahre. Dagegen werden die längeren und kräftigen Stangen, welche in weitständigen Pflanzungen erwachsen sind, bald einen Vorsprung gewinnen und dauernd beibehalten. Die etwas stärkere Beastung kann den Wert des alten Nutzholzstammes nicht wesentlich beeinträchtigen.

Man kann auch nicht sagen, daß in den eingreifend durchforsteten Junghölzern der Schneedruck und Duftanhang stärkere Beschädigungen anzurichten vermag. Binzer schildert den Vorgang bei Schneedruck und Schneebruch, wie er gewöhnlich stattfindet, treffend wie folgt: „Bei ruhiger oder doch nur schwach bewegter Luft und bei geringer, kaum den Gefrierpunkt übersteigender Temperatur fallen ungeheure Schneemassen rasch ein und hängen sich dergestalt an Zweige und Kronen, daß sie nicht durch dieselben hindurchfallen und also nicht auf den

*) Den Einfluß der Durchforstung auf den Holz- und Rindenertrag des Eichenschälwaldes werde ich im zwölften Abschnitt mitteilen.

Boden gelangen können. Gerät dann bei eintretendem Wind eine stark belastete Partie ins Schwanken, bevor die Schneemassen sich von den Kronen loslösen können, so bricht die ganze Partie ineinander.“ Messungen der Schneemassen haben, wie Binzer weiter berichtet, ergeben, daß in etwa 30jährigen nicht durchforsteten Fichtenbeständen etwa nur $^1/_3$, in den durchforsteten Fichtenbeständen $^2/_3$ des gefallenen Schnees an den Boden gelangten.

Hiermit stimmen die Beobachtungen vollkommen überein, die man in verschiedenen Gegenden Deutschlands gewonnen hat. Zeitig und oft durchforstete Bestände erleiden sowohl im Harz, als in Sachsen geringere Beschädigungen, als undurchforstete Bestände. Aus dem Harz wird diese Beobachtung mehrfach mitgetheilt. Auf dem Kamme des sächsischen Erzgebirges (Hermsdorfer Revier) war zwar die Beschädigung durch den gewaltigen Duft-, Eis- und Schneedruck vom Jahre 1874 in den Beständen, die kurz zuvor scharf durchforstet worden waren, etwas größer, als in den durchforsteten Beständen mit mäßigem Lichtungsgrad. Wenn aber Fichten und Tannen in Mischbeständen vorkamen, so hatte das kräftige Wachstum und die normale Astentwicklung dieser Nadelhölzer bewirkt, daß verhältnismäßig weit weniger Fichten und Tannen gebrochen waren, als in reinen Nadelholzbeständen. Auf den Probeflächen von 1862, 1867 und 1872, die man stark, schwach und gar nicht durchforstet hatte, waren die gar nicht durchforsteten Bestände am meisten, die scharf durchforsteten Bestände am wenigsten beschädigt worden. Die dicht stehenden jungen Bestände hatten überall am meisten, die räumlich stehenden am wenigsten gelitten.

Dagegen wurde überall beobachtet, daß alle unregelmäßig und einseitig beasteten Stämme sehr stark, die gleichmäßig beasteten Stämme sehr wenig beschädigt werden. Durch frühere Nesterbrüche entstandene Schneebruchlöcher wurden an den Rändern sehr stark beschädigt; ebenso die in Buchen eingewachsenen Fichtenhorste, die nach innen eine geringe und nach außen eine starke Beastung haben.

Die Frage, ob bei Eis- und Duftanhang der dichte Stand Schutz gewährt, wurde bis jetzt noch nicht beantwortet. Bei dem verheerenden Eisbruch vom 17. und 18. November 1858 haben im hessischen Odenwalde Fichten und Weißtannen, wenn sie in Untermischung mit Buchen vorkamen, sogar schützend auf die letzteren, die überall (auch in der Pfalz) viel stärker beschädigt wurden als die Nadelhölzer, gewirkt.

Die vornehmste Obliegenheit des Forstmanns ist jedoch die Fürsorge für die Erhaltung der Bodenkraft. In den weitständigen Pflanzen wird sich sehr oft Unkrautwuchs einstellen und den Boden gründlich austrocknen. Es ist deshalb sehr beachtenswert, daß in den Pflanzungen mit 1—1$^1/_2$ m Pflanzenentfernung der Kronenschluß 6—10 Jahre früher eintritt und ein reichlicher Abwurf von Laub und Nadeln den Boden bedeckt und

schirmt, als in den Pflanzungen mit 2—3 m Entfernung. Es ist zweitens beachtenswert, daß der Schaft immerhin schlanker und astreiner bei einem baldigen Eintritt des Schlusses sich gestaltet, als bei weitem Abstand der Holzpflanzen.

Aus diesen Gründen scheint uns vorläufig eine $1^1/_2$ m übersteigende Pflanzenentfernung bei der Begründung der Bestände nicht ratsam zu sein. Aber die Waldbäume bedürfen — das erkennen wir deutlich — schon in der Jugendzeit einen gewissen, nach Holzart, Bodengüte 2c. verschiedenen und noch näher zu bestimmenden Raum für die seitliche Kronenausdehnung. Ohne denselben finden sie nicht die naturgemäße, normale Entwicklung. Wenn es möglich wäre, den aufwachsenden Gerten und Stangen unserer Holzbestände vom 10. bis zum 30. Jahre beständig einen für 3jährige oder 5jährige Wachstumszeit ausreichenden Kronenraum zu öffnen (durch Ausjätungs-, Reinigungshiebe 2c.), so würden wir jedenfalls das gebrauchsfähigste Holz mit der größten Menge produzieren können. Die Stämme würden länger, die Beastung würde nicht viel stärker werden, wie im dichten Schlusse und die Schaftbildung würde sicherlich allen Nutzzwecken genügen.

2) Die Massenproduktion der Waldbäume während der zweiten Hälfte der Wachstumsperiode im dichten Kronenschluß und im geräumigen Stande.

a. Schon 1819 hat **Heinrich Cotta**, indem er die Baumfeldwirtschaft befürwortete, Behauptungen bezüglich der Produktionsleistungen der Waldbäume im freien Stande im Vergleich mit dem Wuchse im Kronenschlusse ausgesprochen, die den Forstwirten zu allen Zeiten sehr kühn erschienen sind. Cotta glaubt, daß die Waldbäume im freien Stande eine größere Menge Holz, wie im Schlusse produzieren, daß der größere Astreichtum keine Einwirkung auf die Schönheit des Schaftes im späteren Alter habe, daß das im Lichtstande produzierte Holz fester, dauerhafter und brennkräftiger sei, daß die Beschädigungen durch Stürme, Insekten, Feuer 2c. durch den Freistand fast ganz beseitigt würden und endlich der Abfall der Blätter und Nadeln im Lichtstand stärker und deren Verfaulen vollständiger sei, als im Kronenschluß.

Aber Heinrich Cotta hat diese Behauptungen nicht in genügender Weise durch vergleichende Untersuchungen begründet. Er führt zwar Belege an, daß die Waldbäume auch im freien Stande sehr hohe Holzmassen zu produzieren vermögen. Namentlich wird auf die Wachstumsleistung eines 70jährigen Fichtenbestands in der Herrschaft Waldenburg bei Siegen hingewiesen, welche Georg Ludwig Hartig 1806 konstatiert hatte. Dieser Bestand war im Verband von 4,4 m gepflanzt worden und hatte auf einem nicht besonders guten Boden im 70. Jahr einen jährlichen Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von 10,4 Festmeter per Hektar erzeugt. Aber man weiß nicht, welche Holzmasse geschlossene Fichtenbestände auf dem gleichen Standorte hervorzubringen vermögen. (Uebrigens würdigte auch G. L. Hartig, wie wir sehen werden, die größeren Zuwachsleistungen der Bestände nach der Auslichtung vollkommen.)

b. **Hundeshagen** führte in dem heftig entbrannten Meinungsstreit eine vergleichende und darum scheinbar beweisfähige Untersuchung ins Treffen. Im Oberforstamt Hanau waren 1801 zwei auf gleich gutem Standort neben einander liegende 60jährige Buchenbestände vorgefunden worden. Der eine Bestand war im Kronenschluß aufgewachsen und regelrecht behandelt, der andere Bestand mit 12—15jährigen Rotbuchenpflanzen in 24 Fuß Dreiecksverband angepflanzt worden. Der erste Bestand hatte nahezu die dreifache Stammzahl des zweiten, aber an prädominierender Holzmesse 4% weniger. Hundeshagen rechnete jedoch für den ersten, im dichten Kronenschluß aufgewachsenen Bestand die Zwischennutzungen hinzu und fand hierdurch eine Mehrproduktion von 5%. Aber Cotta erwiderte mit Recht, daß der Pflanzbestand eine viel zu geringe Stammzahl für die freiwüchsige Erziehung hatte; man hätte nicht 134, sondern mindestens 670 Buchen per Dresdener Morgen pflanzen müssen. Wenn man auch die Cottasche Behauptung, daß auf dem Dresdener Acker 250 prädominierende Stämme freiständig bis zum 60. Jahre zu wachsen vermögen, nicht als zutreffend erachten kann, so würden doch im genannten Falle die Vornutzungen im Pflanzwalde, die zur Freistellung der Kronen der verbleibenden Stämme erforderlich waren, eine sehr beträchtliche Holzmasse abgeworfen haben (nach den unten zu besprechenden Untersuchungsergebnissen sogar mehr Holz, als im 60. Jahr im

Pflanzwalde vorhanden war). Die vergleichende Untersuchung Hundeshagens beweist somit nicht gegen, sondern in eklatanter Weise für Cottas Ansichten*).

c. Im Jahre 1838 fand ein scharfblickender, im hannöverschen Solling wirkender Forstwirt, der spätere Oberforstmeister **von Seebach** im Buchenhochwalde herabgekommene Bestockungszustände vor. Fast nur 61—80jährige Bestände waren noch vorhanden und diese waren teilweise infolge übermäßiger Streunutzung gipfeldürr. Der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs schwankte zwischen 3 und 4 Festmeter per Hektar und dabei sollte eine Brennholzberechtigung, welche den Waldboden mit über 5 Raummeter per Hektar belastete, volle Deckung finden. Seebach möge, so wurde verfügt, eine Betriebsart ersinnen, welche diese Deckung der Berechtigungsbezüge gestatte und zugleich den Waldstand erhalte.

Seebach lenkte seine Blicke auf den Zuwachs der freiwüchsigen einzelstehenden Stämme und bezog denselben auf den überschirmten Flächenraum**). Gestützt auf die günstigen Ergebnisse dieser leicht

---

*) Den Hartig'schen Hochwald-Konservationshieb, bei dem vergleichende Ertragsuntersuchungen nicht vorgenommen worden sind, werden wir im nächsten Abschnitt kennen lernen.

**) Die mittlere Stärkezunahme, welche Seebach annahm, ist nahezu eingetroffen. Auf der Probefläche im Kugelberg hätten nach Seebach die Stämme im Mittel in 37 Jahren 18,0 cm zunehmen müssen, mindestens 13,0 cm. Sie haben thatsächlich im Mittel 14,2 cm zugenommen. (Nach den Untersuchungen des Verfassers schwankt die mittlere Durchmesserzunahme der Buchenstämme im Mittelwalde auf den Standortsklassen, welche dem Solling entsprechen, nur zwischen 13 und 15 cm in 37 Jahren vom 60. bis 120 Jahre — genau wie thatsächlich im Lichtungsbetriebe des Sollings). Aber die Stammgrundfläche, die Seebach ermittelt hatte, ließ sich nicht einhalten; die Rotbuchen haben ihre Kronen schon nach 30 Jahren bei einer mittleren Brusthöhenstärke von 32,5 cm und einer Stammgrundfläche von 23,4 qm per Hektar so weit genähert, daß merkliches Sinken des Zuwachses festgestellt wurde, während Seebach angenommen hatte:

Bei einem Durchmesser von cm	Stammgrundfläche qm per Hektar
26,7	22,6
34,0	29,9
41,3	36,5
48,6	42,5
55,9	48,0

anzustellenden Beobachtung entnahm der Genannte den 70—80jährigen Buchenbeständen etwa $^{6}/_{10}$ der Bestandsmasse, gab den verbleibenden Stämmen eine möglichst gleichmäßige Verteilung und erzeugte, zumeist künstlich, einen Buchenunterwuchs zum Bodenschutz.

In den geschlossenen Beständen der Oberförsterei Uslar schwankt der Jahresdurchschnittszuwachs, wie gesagt, zwischen 3 und 4 Festmeter Haubarkeitsmasse per Hektar (Derbholz). Nachdem $^{6}/_{10}$ der Stämme ausgehauen waren und die verbliebenen $^{4}/_{10}$ sich frei entwickeln konnten, stieg der Jahreszuwachs in den nächsten 30 Jahren auf 5,6—8,7 Festmeter Derbholz per Hektar, also nahezu auf das Doppelte. Diese erstaunlichen Zuwachsleistungen der Rotbuche — 8,0—10,7 Festmeter Gesamtmasse per Hektar — wurden in allen gelichteten Beständen beobachtet. In 37 Jahren hatte sich (Probefläche Kugelberg) der Höhenwuchs von 19,4 auf 24,4 m (wie im geschlossenen Bestand) und der Durchmesser von 21,9 cm auf 36,1 cm vermehrt. Es wurden anfänglich 10,62 qm Stammgrundfläche belassen, nach 30 Jahren war bei einer Stammgrundfläche von 23,37 qm mäßige Kronenspannung und Nachlassen des Lichtungszuwachses (per Stamm oder per Hektar?) bemerkbar*).

Man wird erwarten, daß die staunenswerten Ergebnisse, welche dieses Verlassen der herkömmlichen Schulregeln zu erzielen vermocht hatte, notwendig eine tiefgreifende Revolution auf dem Gebiete des Waldbaues hervorgerufen haben. Denn dieselben hatten unbestreitbar eine universelle, beweisgültige Bedeutung für die deutsche Holzzucht. Sie sind auf ein und demselben Standorte gewonnen worden. In dem vom bunten Sandstein abstammenden Boden des Sollings war nicht etwa eine Produktionskraft aufgespeichert, die durch die Lichtung frei und aktiv wurde. Dieser Boden war, als Seebach den sog. modificierten Betrieb einführte, durch ausgedehnte Laubnutzung in der Oberkrume so verarmt und so dürftig geworden, daß die Fortsetzung des regelmäßigen Buchenhochwaldes gefährdet erschien. Die relativ jungen Buchen-Stangenhölzer waren wipfel-

*) Die Wirkung des Lichtungshiebes würde indessen wahrscheinlich noch stärker hervorgetreten sein, wenn die erstmalige Lichtung frühzeitiger vorgenommen und für eine 10—15jährige (statt 30jährige) Wachstumszeit bemessen worden wäre.

dürr geworden. Auch die Wirkung des Lichtungsbetriebs auf den Boden, wenn der Unterbau vollzogen war, kann nicht ungünstig genannt werden; man kann nicht sagen, daß nur eine vorübergehende Produktionssteigerung auf Kosten des Nahrungsreservoirs im Boden erzielt worden ist. „Die früheren wipfeldürren Bestände sind wieder in die schönste und üppigste Lebensthätigkeit getreten und statt des verkrusteten, mit spärlicher Laubdecke und Moospolstern versehenen Bodens ist ein frischer Waldboden mit einer Laubdecke entstanden, wie man sie im geschlossenen Hochwalde bei den günstigsten Verhältnissen selten besser findet."

Die gelichteten Bestände sind seit 40 Jahren von allen Beschädigungen verschont geblieben. Allein dieser Betrieb war entstanden in einer Waldung, in welcher die über 80jährigen Bestände bei der Begründung desselben mangelten. Die Forstwirte nannten denselben ein „Kind der Not" und gingen über diese bedeutungsreiche Erscheinung kurzerhand zur Tagesordnung über.

d. Im Jahre 1851 veröffentlichte **Theodor Hartig** vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche im Hoch- und im räumlich stehenden Pflanzwalde. Es sei, so glaubte Hartig versichern zu dürfen, der größte Gesamtzuwachs der Flächen, mithin der höchste Ertrag der Wälder an die stete Erhaltung des Vollbestands gebunden; die Steigerung des Zuwachses der einzelnen Stämme, wenn sie auf Kosten der vollen Stammzahl erfolge, verringere den Gesamtzuwachs während längerer Zeiträume. Indessen hat Theodor Hartig zwei Versuchsobjekte gewählt, welche sich nicht vergleichen lassen. Der Verfasser hat schon früher darauf hingewiesen, daß in dem Pflanzwald die gepflanzten Heister in einer so weiten Entfernung standen*), daß der Wachsraum nur ganz ungenügend ausgenutzt werden konnte, daß das Laub vertrocknen und verwehen und der Boden vermagern mußte, wie der Höhenwuchs vor dem Schluß beweist. Nach dem 50. Jahr ist dieser Pflanzwald in vollen Schluß getreten und darin bis zum 80. Jahr verblieben. Die Schlußfolgerung Th. Hartigs, die auf die ungenügenden Produktions-

*) Bis zum 30. Jahre würden 2940 Stangen per Hektar freien Wachsraum gefunden haben, während nur 810 Stangen vorhanden waren.

leistungen dieses Pflanzwalds gestützt wird, ist sonach nicht stichhaltig.

Die weiteren vergleichenden Untersuchungen datieren aus der jüngsten Zeit.

e. **Homburg** untersuchte (1875) einen 70jährigen Buchenbestand.

Er fand 300 Festmeter Holzmasse, also 4,3 Festmeter Haubarkeit-Durchschnittszuwachs per Hektar. Aus diesem Bestand wurden während 17 Jahren herausgenommen:

1858—59, 22% der Masse	67,7	Festmeter,
Schirmschlagstellung im Jahre 1861/62, 41% der früheren Masse	123,9	„
Lichte Samenschlagstellung im Jahre 1866—67 . .	115,0	„
Lichtschlagstellung im Jahre 1869—70	110,5	„
Abtriebsschlag in den Jahren 1871—75	94,5	„
Uebergehalten wurden	28,0	„
sonach zusammen . . .	539,6	Festmeter

per Hektar. Statt der früheren Massenproduktion von 4,3 Festmeter per Hektar und Jahr, die sich durch die Zwischennutzungen vielleicht auf 5,9 Festmeter erhöht haben wird, war seit der Lichtstellung eine Massenproduktion von 14,1 Festmeter eingetreten. Es ist ersichtlich, daß die Lichtstellung, wenn sie weniger stark gegriffen wird, als es sie Seebach, gezwungen durch die Not, wählen mußte, ungleich höhere Wirkungen haben wird.

f. **F. Lauprecht** und **Knorr** haben ferner über sehr hohe Erträge des oberholzreichen Mittelwaldes in der Umgebung von Mühlhausen in Thüringen berichtet. Es wird versichert, daß diese Erträge von keiner Holzart, selbst nicht vom Nadelholz, auf dem dortigen Boden, der teilweise ein flachgründiger Muschelkalk ist, geliefert werden würden. Die Stürme, die wiederholt in den nahe gelegenen Laubholzhochwaldungen ganze Besamungsschläge niedergemäht und Gassen in die Altbestände gerissen hatten, waren am Mittelwalde spurlos vorübergegangen. Schnee- und Eisanhang waren stets unbedeutend, Hitze und Dürre, Frost und Insekten haben dem Mittelwald nicht geschadet.

g. Hervorragende Erfolge haben, wie Knorr berichtet, **die Bauern, welche den Niedergebraer Gemeindewald bei Mühlhausen benutzen,** durch eine eigenartige Bewirtschaftung erzielt.

In diesem Gemeindewalde steht der Schuttgrund und der Fels (heißer

Wellenkalk) sehr nahe unter der humosen Bodenkrume. Dicht stehende Rotbuchen bilden das Oberholz — so dicht, daß Stockausschläge nicht aufkommen können. Sobald die jüngsten, dickungsartigen Horste die Höhe von circa 2 m erreicht haben, werden sie durchhauen; es bleiben nur die kräftigsten Stämmchen in dieser Laßraidelstellung stehen. Die nächste Mast füllt den ganzen Grund mit Samenwuchs und die Stockausschläge verschwinden. Von dem Laßraidelüberhalt werden beim nächsten Hiebe alle zurückgebliebenen Stämme gleichsam durchforstungsweise fortgenommen. Zur Bildung des Altholzbestands werden somit nur die kräftigsten Individuen benutzt. Wenn der Stamm seine höchste Entwicklung erreicht hat und seine Krone zum Nachteil kräftig wachsender jüngerer Stammklassen ausbreitet, so wird er genutzt. Diese Wirtschaft erzielt, wie Knorr versichert, „trotz Streunutzung Holzmassen, welche von keiner anderen Waldform übertroffen werden und in einer Wertmannigfaltigkeit und Wertbeschaffenheit, rücksichtlich welcher sie es mit jeder aufnimmt."

g. **Karl von Fischbach** hat (1881) durch vergleichende, in Böhmen vorgenommene Untersuchungen nachgewiesen, daß der lichte Stand der Baumhölzer sowohl größere Holzmassen, als größere Werterträge liefert als der dichte Schluß.

i. Endlich hat der Verfasser in den Jahren 1877, 1879 und 1882 komparative Untersuchungen über die Wachstumsleistungen der Fichte, Kiefer und Rotbuche in den verschiedensten Gegenden Bayerns vorgenommen.

Der Verfasser hat dieselben der besonderen Beachtung seiner Fachgenossen empfohlen, indem er auf Grund der Ertragsuntersuchungen von Theodor und Robert Hartig, Weise u. a. eine überraschende, höchstwichtige Erscheinung im Leben der geschlossenen Holzbestände konstatiert hat. Der Gesamtzuwachs der geschlossenen Holzbestände vom Stangenholzalter bis zur Reifezeit wird fast ausschließlich von den Stammklassen geliefert, welche im Haubarkeitsalter den dominierenden Bestand bilden, während die überaus zahlreichen Stangen und Stämme, welche den Zwischennutzungen anheimfallen, hinsichtlich ihrer Zuwachsleistungen keine Beachtung verdienen.

Dieses überraschende Verhalten der Waldbäume ist offenbar für die Frage, die wir hier erörtern, signifikant. Nur die an Zahl geringen Stämme, die im Haubarkeitsalter noch

vorhanden sind, hat der Forstmann zu beachten und zu pflegen; die große Stammmasse, welche den Zwischennutzungsvorrat bildet, kann entbehrt werden, wenn sie nicht für den Boden und Bestandsschutz notwendig ist. Wir müssen den genannten Nachweis hier ausführlich wiedergeben, weil mancher im Walde grau gewordene Leser ein derartiges Verhalten der Stammklassen sehr unglaubwürdig finden wird.

Für **Fichtenbestände** wurden von den beiden Hartig die folgenden Zuwachsverhältnisse und Erträge nachgewiesen.

1) Ausgesuchte Probeflächen auf vorzüglich gutem Standort des Oberharzes, untersucht von Th. Hartig. Gesamtzuwachs des Bestandes vom 60. bis 140. Jahre = 1155 Festmeter.

a. 552 in 140 Jahren vorhandene Stämme hatten per Hektar

im 60. Jahre Vorrat	395 Festmeter
im 140. Jahre Vorrat	1340 „
Zuwachs des Haubarkeitsvorrats	945 Festmeter

= 82 % des Gesamtzuwachses.

b. 482 den Durchforstungen vom 60.—140. Jahre zufallende Stämme hatten:

im 60. Jahre Vorrat	339 Festmeter
lieferten vom 60. bis 140. Jahre Ertrag	549 „
Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats	210 Festmeter

= 18 % des Gesamtzuwachses.

Selbst auf diesem, überaus kräftigen Standort und bei der selten vorkommenden Verringerung der Stammzahl bis zum 60. Jahr (auf 1 034 Stämme per Hektar) kann fast die Hälfte der Bestandesmasse vom 60. Jahre an nur einen kümmerlichen Zuwachs hervorbringen. Dabei werden für Zwischennutzungserträge vom 20. bis 140. Jahre 78 % — sage siebzig und acht Prozente — des Haubarkeitsertrags im 140. Jahre verrechnet.

2) Ausgesuchte Probeflächen auf fast gutem Standort daselbst, untersucht von Theodor Hartig. Gesamtzuwachs vom 60. bis 140. Jahr 821 Festmeter.

a. 595 im 140. Jahr vorhandene Stämme hatten per Hektar

Vorrat im 60. Jahr	195 Festmeter
Vorrat im 140. Jahr	950 „
Vorrat des Haubarkeitsvorrats	753 Festmeter

= 92 % des Gesamtzuwachses.

b. 1480 der Durchforstungen vom 60. bis 140. Jahr zufallende Stämme

hatten im 60. Jahr Vorrat	258 Festmeter
lieferten vom 60. bis 140. Jahr Ertrag	326 „
Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats	68 Festmeter

= 8 % des Gesamtzuwachses.

Für Zwischennutzungsertrag werden 50% des Haubarkeitsertrags verrechnet.

3) Ausgesuchte Probeflächen auf erster Standortsklasse im Harz (Oberforst Hasselfelde) untersucht von Robert Hartig, Gesamtzuwachs vom 60. bis 110. Jahr 617 Festmeter per Hektar.

a. 502 im 110. Jahre vorhandene Stämme hatten

Vorrat im 60. Jahre	294 Festmeter
Vorrat im 110. Jahre	883 "
Zuwachs des Haubarkeitsvorrats	589 Festmeter

= 95% des gesamten Zuwachses.

b. 870 vom 60. bis zum 110. Jahre den Zwischennutzungen zufallende

Stämme hatten im 60. Jahre Vorrat	265 Festmeter
lieferten vom 60.—110. Jahre Ertrag	293 "
Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats	28 Festmeter

= 5% des gesamten Zuwachses.

Für Zwischennutzungen werden 55% des Haubarkeitsertrags im 110. Jahre verrechnet.

4) Ausgesuchte Probeflächen auf zweiter Standortsklasse daselbst, untersucht von R. Hartig, Gesamtzuwachs vom 60. bis 140. Jahre 764 Festmeter per Hektar.

a. 490 im 140. Jahre vorhandene Stämme hatten im 60. Jahre Vor-

rat	161 Festmeter
dagegen im 140. Jahre Vorrat	857 "
Zuwachs des Haubarkeitsvorrats	696 Festmeter

= 91% des gesamten Zuwachses.

b. 1548 vom 60. Jahr bis zum 140. Jahre den Zwischennutzungen zu-

fallende Stämme hatten im 60. Jahre Vorrat . .	311 Festmeter
lieferten vom 60.—140. Jahre Ertrag	379 "
Zuwachs des Zwischennutzungsvorrates . . .	68 Festmeter

= 9% des gesamten Zuwachses.

Für Zwischennutzungen werden 61% des Haubarkeitsvorrats im 140. Jahre verrechnet.

In den geschlossenen, normal bestockten **Kiefernbeständen** kehrt dieses bemerkenswerte Verhalten der Stammstärkeklassen in ähnlicher Weise wieder.

1) Robert Hartig untersuchte auf dem vorzüglichen lehmigen Sandboden des rechten Oderufers bei Stettin vollbestockte Kiefernbestände von seltenem Wachstum. Obgleich die Ertragstafel augenscheinlich den Zuwachs der im 80. Jahre dominierenden Stämme zu niedrig und den Ertrag der Zwischennutzungen viel zu hoch beziffert — auf 62,3% des Haubarkeitsertrags bis zum 80. Jahre, während Burckhardt 32% bis zum 80. Jahre annimmt, — so verteilt sich der Gesamtzuwachs per Hektar, der vom 29.—80. Jahre 677 Festmeter per Hektar beträgt, wie folgt:

a. 509 im 80. Jahre vorhandene Stämme hatten im 29. Jahre höchstenfalls Vorrat . . . . 91 Festmeter
im 80. Jahre Ertrag . . . . 620 „

Zuwachs des Haubarkeitsvorrats . . . . . 529 Festmeter
= 78,1% des Gesamtzuwachses.

b. 3763 Stämme, den Durchforstungen vom 29. bis zum 80. Jahre anheimgefallen, hatten im 30. Jahre Vorrat . . . . 174 Festmeter
lieferten Ertrag . . . . 322 „

Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats . . . . 148 Festmeter
per Hektar = 21,9% des Gesamtzuwachses.

Auf den Zwischennutzungsvorrat entfallen im 29. Jahre 66% der gesamten Bestandesmasse.

2) Aus den Zuwachsuntersuchungen, welche die preußische forstliche Versuchsstation Eberswalde vorgenommen hat, lassen sich folgende Ziffern herleiten. Wenn man annimmt, daß die im 80. Jahre vorhandenen Stämme im 30. Jahre Oberhöhe hatten und sämtlich der ersten Stärkeklasse angehörten, wenn man ferner die von Weise nicht angegebenen Zwischennutzungserträge von 30—80 Jahren nach Burckhardt auf 25,3% des Haubarkeitsertrags im 80. Jahre veranschlagt, so ergeben sich die folgenden Zuwachsverhältnisse per Hektar.

a. 574 im 80. Jahre vorhandene Stämme hatten im 30. Jahre Vorrat 102 Festmeter
Im 80. Jahre Vorrat . . . . 542 „

Zuwachs des Haubarkeitsvorrats . . . . . . 440 Festmeter
= 96,5% des gesamten Zuwachses.

b. 2589 im 30. bis zum 80. Jahr den Zwischennutzungen zufallenden Stämme hatten im 30. Jahr Vorrat . . . . . 121 Festmeter
lieferten Ertrag . . . . 137 „

Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats . . . . 16 Festmeter
= 3,5% des gesamten Zuwachses.

Der Zwischennutzungsvorrat nimmt im 30. Jahr 54% der gesamten Bestandesmasse ein.

Die **Rotbuchenbestände**, welche die beiden Hartig untersuchten, zeigten genau dasselbe Verhalten, wie die Fichten- und Kiefernbestände.

1) Ein 120jähriger, im vollen Schlusse erwachsener und nach den Regeln G. L. Hartigs durchforsteter Bestand auf vorzüglich gutem Trümmerboden des Muschelkalkes im Elm lieferte nach den Untersuchungen von Theodor Hartig im 120. Jahre einen Haubarkeitsertrag von 732 Festmeter per Hektar. Der Vornutzungsertrag wird auf 508 Festmeter per Hektar = 69,4% des Haubarkeitsertrags berechnet — sicherlich nicht zu niedrig gegriffen!

Den Gesamtzuwachs vom 60. bis zum 120. Jahre = 604 Festmeter per Hektar haben aber fast lediglich die 456 Stämme, welche im 120. Jahre den dominierenden Bestand bilden, hervorgebracht, während die übrigen 1044 Stämme nur kümmerlich vegetiert haben. Denn die genannten 456 Stämme hatten im

60. Jahre eine Masse von 181 Festmeter und im 120. Jahre eine Masse von 732 Festmeter, folglich Zuwachs = 551 Festmeter. An Vornutzungen werden vom 60. bis zum 120. Jahre 292 Festmeter verrechnet, von denen jedoch im 60. Jahre bereits 239 Festmeter vorrätig waren, folglich beträgt der gesamte Zuwachs der genannten 1044 Stämme nur 53 Festmeter = 9% des gesamten Zuwachses von 604 Festmeter.

2) Im Spessart, im bekannten Reviere Rotenbuch, fand Robert Hartig in einem dichtgeschlossenen, schwach durchforsteten 145jährigen Rotbuchenbestand (Pfaffenheister) einen Haubarkeitsvorrat von 721 Festmeter und an Zwischennutzungen 438 Festm. = 61% des Haubarkeitsertrags. Aber auch hier haben die 509 Stämme per Hektar, welche im 145. Jahre den dominierenden Bestand bilden, fast den gesamten Zuwachs vom 60. bis 145. Jahre hervorgebracht, während die weiteren 1281 Stämme, welche im 60. Jahre gleichfalls dominierten, aber später durch die Vornutzungen entfernt wurden, mit ihren Leistungen weit zurückgeblieben sind. Denn der Vorrat der 509 Stämme beträgt im 60. Jahre 153 Festmeter, im 145. Jahre 721 Festmeter; folglich Haubarkeitszuwachs 568 Festmeter per Hektar. Dagegen hatten die 1184 Zwischennutzungsstämme im 60. Jahre einen Vorrat von 254 Festmeter; es wird ein Vornutzungsertrag von 290 Festmeter für den Zeitraum vom 60 bis zum 145. Jahre berechnet, folglich 36 Festmeter Zwischennutzungsvorrat per Hektar = 7% des Gesamtzuwachses von 610 Festmeter per Hektar.

3) Im Harz (Revier Allrode, untere Neunhagen) ist, wie im Spessart, die Durchforstung spät begonnen worden und hat sich auf die Wegnahme des völlig unterdrückten Holzes beschränkt. Der 85jährige Buchenbestand hatte, wie Robert Hartig gleichfalls ermittelte, einen Haubarkeitsvorrat von 409 Festmeter per Hektar. Für Vornutzungen wird ein Ertrag von 148 Festmeter verrechnet = 36% des Haubarkeitsertrags.

Aber wiederum haben die im 85. Jahre dominierenden 736 Stämme fast ausschließlich den Zuwachs vom 40. bis 85. Jahre geliefert, während die weiter im 40. Jahre vorhandenen 2712 Stangen nahezu passiv geblieben sind. Denn die 736 Stangen hatten im 40. Jahre einen Massengehalt von 24 Festmeter; im 85. Jahre dagegen 409 Festmeter; folglich Haubarkeitszuwachs 385 Festmeter per Hektar. Die weiteren 2712 Stangen hatten im 40. Jahre Vorrat 97 Festmeter; während ein Ertrag von 124 Festmeter vom 40. bis zum 85. Jahre berechnet wird, — folglich Zwischennutzungszuwachs = 27 Festmeter = 7% des gesamten Zuwachses von 412 Festmeter.

4) Im westlichen Wesergebirge (Revier Gandersheim, Aebtissinnenberg) wird auf tiefgründigem Muschelkalkboden die erste Durchforstung vor dem 30. Jahre und so eingreifend vollzogen, daß nahezu ein 15jähriger Zeitraum verfließen muß, bevor die zweite Durchforstung vorgenommen werden kann; man verschafft den wuchskräftigsten, dominierenden Stangen und Stämmen sogar durch den Aushieb anderer dominierender Stämme mit dünnen Kronen Wachsraum für die nächste Zeit. Allein aus der Nachweisung der Stammgrundflächen geht hervor, daß die gegebene Stellung für die genügende Entwicklung des Kronenwachstums nicht zureichend war. Wir haben gesehen, daß bei der freiwüchsigen Erziehung der

Waldbäume die Stammgrundfläche per Hektar 20—21 qm nicht überschritten werden darf, während dieselbe in der Hartigschen Erfahrungstafel im 60. Jahr 26 qm per Hektar beträgt und alsbald auf 29 qm per Hektar steigt. Demgemäß haben auch in diesem Buchenbestand die 218 Stämme, welche im 100. Jahre per Hektar dominierten, den weitaus größten Teil der Massenmehrung vom 60. bis zum 100. Jahre geliefert, während die im 60. Jahre weiter vorhandenen 416 Stangen zurückgeblieben sind.

Für das 100. Jahr wird ein Haubarkeitsertrag von 622 Festmeter nachgewiesen und für Vornutzungen werden 401 Festmeter = 64% des Haubarkeitsertrags verrechnet. Die genannten 248 Stämme hatten im 60. Jahre einen Massengehalt von 219 Festmeter, dagegen im 100. Jahre 622 Festmeter, folglich Haubarkeitszuwachs 403 Festmeter per Hektar. Dagegen hatten die weiteren 416 Stangen im 60. Jahre einen Massenvorrat von 173 Festmeter, es wird ein Ertrag von 215 Festmeter vom 60. bis 100. Jahre verrechnet, folglich Zwischennutzungszuwachs 42 Festmeter = 9% des gesamten, vom 60. bis 100. Jahre erfolgten Zuwachses von 445 Festmeter*).

Veranlaßt durch dieses sonderbare Verhalten der Stammklassen habe ich hierauf in den Jahren 1878—1882 die Wachstumsleistungen der Fichte, Kiefer und Rotbuche im freien Stande und im Kronenschlusse unter den verschiedenartigsten Standortsverhältnissen vom Fichtelgebirg bis in die Nähe des Spessarts — in den hier zerstreut liegenden Waldungen meines gegenwärtigen Verwaltungsbezirkes — vergleichend ermittelt.

Leider fanden sich für diese Untersuchung keine nebeneinander auf gleicher Standortsklasse wachsende und darum vergleichungsfähige Bestände vor. Abgesehen von den minder wichtigen Buchenbeständen waren die geschlossenen Fichten- und Kiefernbestände auf dem fetten, feuchten, tiefgründigen und lockeren Boden der Thalsohlen erwachsen und die freistämmigen Kiefern und Fichten auf

*) Der Verfasser wurde durch eine sonderbare Erfahrung veranlaßt, die genannten Ertragstafeln in dieser Richtung zu prüfen. In den Jahren 1863—1867 untersuchte derselbe, zur Ermittelung von örtlichen Ertragstafeln, den Zuwachsgang der Buchen- und Kiefernbestände im bayerischen und badischen Odenwalde, indem er gesondert den Zuwachsgang der stärksten 555 Stämme der haubaren Bestände (per Hektar) ermittelte. Nachdem die Ertragstafeln fertig waren, zeigte sich die überraschende Erscheinung, daß in einzelnen Fällen der Gesamtzuwachs des Vollbestands vom 50. Jahr an geringer war, als der Zuwachs der genannten 555 Weiserstämme. Die betreffenden Ertragstafeln waren sonach unrichtig. (Dieselbe Erscheinung wiederholt sich, wie wir im letzten Abschnitt sehen werden, bei den Ertragstafeln von R. Hartig und Wimmenauer).

den umschließenden, teils trockenen und durch die Mittelwaldwirtschaft in der Produktionskraft geschwächten Bergwänden. Indessen kann man mit Sicherheit annehmen, daß die Thalsohlen mindestens einen um 2 Festmeter per Hektar höheren Jahreszuwachs haben, als die Bergwände — zumal die ausgesuchten, normal bestockten Probeflächen, die untersucht worden sind — denn schon die größeren Fichtenbestände in den Thalsohlen hatten einen Ausfall von 1,7 Festmeter Jahreszuwachs gegenüber den Probeflächen.

Bei der genannten vergleichenden Berechnung ist vorausgesetzt worden, daß alle zehn Jahre, beginnend mit dem 30. Jahre, eine Lichtung erfolgt und hierbei eine Stammzahl belassen wird, welche am Ende des Jahrzehnts, unmittelbar vor der Lichtung, bis zu einer Stammgrundfläche von 30,7 qm per Hektar bei der Fichte und Kiefer und bis zu 19,6 qm per Hektar bei der Rotbuche angewachsen ist. In den freiständig erwachsenen 50—70jährigen Fichtenhorsten wurde diese Stammgrundfläche auf den genannten Bergwänden gefunden und dabei hatten sich die Stämme genau, wie die benachbarten Freistämme im Mittelwalde nach Höhe und Durchmesser entwickelt. In oberholzreichen Mittelwaldungen findet man häufig 20—22 qm, wenn Rotbuchen und Eichen vorherrschen und 28—30 qm, wenn Nadelhölzer zahlreich beigemischt sind. Die Rotbuche entwickelt sich, wie wir oben gesehen haben, im Solling bis zu einer Grundfläche von 22 qm freiständig, der Zuwachs der Stämme (Probefläche Kugelberg) beträgt per Jahr 0,0233 Festmeter, der mittlere Zuwachs der völlig freiwüchsigen Buchenstämme, welche der Verfasser in Urspringen und Holzkirchen untersuchte, bei gleicher anfänglicher Grundstärke im Mittel 0,0236 Festmeter per Jahr.

Aber man kann immerhin einwenden, daß ein größerer Wachsraum, namentlich vor dem 60. Jahre erforderlich sei und bei den späteren Freihieben die entsprechende Stammgrundfläche nicht genau eingehalten werden könne. Ich will, um allen Einwendungen vorzubeugen, die 20jährige Wiederholung der Lichtungshiebe, wie im Mittelwalde, voraussetzen und weiter unterstellen, daß die freiwüchsigen Stämme vor der Lichtung zwei Drittheile der Stammgrundfläche des geschlossenen, gleichalterigen Bestands auf gleicher Standortsgüte erreicht haben. Das ist die Bestockungsform des oberholzreichen Mittelwaldes; im Lichtungsbetrieb findet, wie ich bei der Kiefer nachweisen werde, eine viel größere Stammzahl freien Wuchs und es läßt sich demgemäß ein viel höherer Wertzuwachs erreichen, wie wir berechnen werden*).

Was zunächst die Wachstumsleistung der wichtigsten Holzart, der Fichte, in geschlossenen Beständen und im Freistand betrifft, so berechnen sich bei dieser

*) Bei der angenommenen, sehr weiten Stellung erhält z. B. die 40jährige Fichte einen größeren Wachsraum, als die 100jährige Fichte im Kronenschluß durchschnittlich hat.

Voraussetzung für die 100jährige Umtriebszeit*) folgende Erträge an Grobholz (exkl. Reisholz) per Hektar:

Schlußerziehung, 100jähriger Umtrieb:

Haubarkeitsertrag	523	Festmeter,
Zwischennutzung nach Burckhardt	136	„
Zusammen	659	Festmeter.

Freiwüchsige Erziehung, 100jähriger Umtrieb:

Zwischennutzung vor dem 40. Jahre	9	Festmeter,
Lichtungshieb im 40. Jahre	157	„
Desgleichen „ 60. „	108	„
Desgleichen „ 80. „	72	„
Abtrieb im 100 Jahre	410	„
Zusammen	756	Festmeter.

Mehrertrag nahezu 100 Festmeter. Es ist somit, selbst bei dieser weitgehenden Lichtstellung, ein geringer Jahresertrag, wie bei der Schlußerziehung, zunächst für die Fichte (und die im allgemeinen gleiches Verhalten zeigende Weißtanne) nicht zu vermuten.

Die Wachstumsleistungen der Kiefer wurden in erster Reihe auf den gleichen Standorten, wie die Fichtenbestände, untersucht. Da die Kiefer keine größere Astverbreitung wie die Fichte im Verhältnis zum Stammdurchmesser hat, auf volle Freiwüchsigkeit bis zu einer Stammgrundfläche von 27—29 qm örtlich konstatiert wurde, so können wir die Lichtung im 40. und 60. Jahr und den Abtrieb im 85jährigen Alter und im übrigen die Annahmen wie bei der Fichte zu Grunde legen. Es berechnet sich in diesem Falle für die 85jährige Umtriebszeit ein Massenertrag per Hektar:

Schlußbestände, 85jähriger Umtrieb, Haubarkeits- und Zwischennutzungsertrag bis zum und im 85. Jahr (nach den Aufnahmen in den jüngeren Beständen und dem von Weise angenommenen Zuwachsgang) höchstenfalls 460—510 Festmeter.

Freiwüchsige Erziehung, 85jähriger Umtrieb.

Zwischennutzungsertrag vor dem 40. Jahre . . .	44	Festmeter,
Lichtung im 40. Jahre	126	„
„ „ 60. „	115	„
Abtrieb im 85. Jahre	301	„
Zusammen	586	Festmeter,

somit ein Mehrertrag von circa 100 Festmeter.

Von einem Ertragsverlust infolge der Lichtstellung im 40jährigen Alter kann somit keine Rede sein — und das wollte ich zweifelsüchtigen Lesern gegenüber konstatieren, indem ich für den Lichtungsbetrieb sehr ungünstige, kaum zuläßige Voraussetzungen unterstellt habe.

Auf zweiter und dritter Standortsklasse scheint die Kiefer durch den

*) Ich unterstelle bei dieser Vergleichung die bisher in Deutschland üblichen mittleren Hochwaldumtriebszeiten (cf. ad I).

Lichtungsbetrieb noch günstiger situiert zu werden, wie auf der ersten Standortsklasse. Die Stämme, welche hier den späteren Haubarkeitsbestand bilden, haben einen längeren und härteren Kampf zu bestehen, als auf erster Standortsklasse und sind für die Lichtung dankbarer. Es berechnet sich für die zweite Standortsklasse ein Mehrertrag von 60 % und für die dritte Standortsklasse in Mehrertrag von 52 %, wenn der Lichtungsbetrieb mit ähnlicher Stammstellung, wie oben, durchgeführt wird. Die vergleichende Untersuchung und Berechnung für die Rotbuche (bei Voraussetzungen, die für diese Holzart nach den oben erwähnten Erscheinungen im Solling vollkommen zulässig sind) ergibt hier der Lichtungsbetrieb einen Mehrertrag an Holzmasse von ca. 38—40 %.

Besonders bemerkenswert ist die vom Verfasser nachträglich konstatierte Erscheinung, daß auf einem ähnlichen Standort, wie ihn die Mittelwaldstämme einnehmen, ein 102jähriger Kiefernbestand, dessen Stämme bis zum 40—50. Jahre frei erwachsen und hierauf in Schluß getreten waren, 742 Festmeter Haubarkeitsertrag bis zum 102. Jahre produziert hatten, also 7,2 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs per Jahr, während die geschlossenen Bestände nur 5,0—6,0 Festmeter Gesamtzuwachs und nur 4—5 Festmeter Haubarkeitszuwachs per Hektar und Jahr hervorzubringen vermögen. Diese Stämme waren 5,7 m höher, als die gleichalterigen Mittelwaldstämme und sogar 2,6 m höher, wie die geschlossenen Bestände in den Thalsohlen. Man wird vielleicht bei den weiteren Untersuchungen finden, daß das Maximum des Massenertrags und Höhenwuchses nicht im Kronenschlusse, aber auch nicht im völlig freien Stande erzielt werden wird. Vielleicht ist es genügend, wenn die Waldbäume in der Jugendzeit zu wuchskräftigen Stämmen herausgebildet werden. Wenn sich diese vollkronigen, wuchsfreudigen Stämme auch später zum lockeren Kronenschluß gegenseitig nähern, so können vielleicht die Lichtstrahlen tiefer in den Kronenraum eindringen und die arbeitenden Blattzellen ausgiebiger beleuchten, als im dicht geschlossenen Bestande. Es ist möglich, daß eine viel größere Stammzahl, als sie oben angenommen worden ist, für die Holzproduktion benutzt werden kann und dadurch Massen- und Werterträge erzielt werden, welche die oben für den Lichtungsbetrieb mit weitgehender Freistellung der Stämme berechneten Erträge sehr wesentlich übertreffen. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung sind dringend nötig und überaus wichtig.

Schließlich will ich die Ergebnisse in größeren Wirtschaftsbezirken, welche ich durch den seit 1868 eingeführten Lichtungsbetrieb erzielte, hier mitteilen*). Sie sind zunächst für die Bezirke Holzkirchen und Urspringen vergleichungsfähig.

---

*) Ich mache auf diese seit 1868 gesammelten Erfahrungen vor allem die Waldbesitzer, denen diese Blätter in die Hände fallen, aufmerksam.

a. Im kleinen Wirtschaftsbezirke Holzkirchen (165 ha) bestand bis 1868 der Buchenmittelwaldbetrieb und sollte nach der Forsteinrichtung vom 1. August 1865 mit 36jähriger Umtriebszeit fortgesetzt werden. Der Grobholzertrag (exkl. Reisholz und Stockholz) wurde von meinem Dienstvorgänger auf 372 Festmeter festgesetzt, per Hektar 2,26 Festmeter. Der Boden entstammt dem bunten Sandstein und ist ein lehmiger Sandboden, auf dem die Rotbuche in reinen Hochwaldbeständen höchstenfalls 2,5 Festmeter Grobholzertrag (inkl. Zwischennutzungen) per Jahr und Hektar liefern würde, für 165 ha sonach 412 Festmeter (im benachbarten Staatsforstrevier Waldbrunn mit besserem Boden [Muschelkalk] beträgt der Abgabesatz nur 2,39 Festmeter per Hektar und Jahr).

Ich benutzte diesen kleinen Bezirk als größere Versuchsfläche, ließ zunächst die anbrüchigen Eichenoberständer, das unterdrückte und sonst nicht mehr wuchsfähige Holz fällen und gab den Beständen behufs Ueberführung zum Hochwalde eine so lichte Stellung, daß der Kronenschluß auf 6—8 Jahre unterbrochen wurde, ohne Rücksicht auf den nachhaltigen Abgabesatz.

Im Sommer 1872 wurde zum Zweck der Vergleichung der Holzvorrat bis herab zu Stangen von 12 cm Brusthöhendurchmesser stammweise aufgenommen und die Masse und der Wert genau berechnet. Diese Aufnahme wurde im Sommer 1878 und Frühjahr 1884 wiederholt.

Es wurde zunächst folgender Massenzuwachs an Grobholz konstatiert:

Vorrat im Jahre 1872:

Buchen und einige andere Holzarten .	48,5	Festmeter per Hektar,
Eichen	15,3	" " "
Zusammen	63,8	Festmeter per Hektar.
In den Jahren 1872 bis 1878 wurden genutzt	41,5	Festmeter per Hektar,
Es sind somit in den Beständen verblieben	22,3	" " "

Im Jahre 1884 wurde folgender Vorrat gefunden:

Buchen &c.	75,8	Festmeter per Hektar,
Eichen	21,4	" " "
Zusammen	97,2	Festmeter per Hektar.

Folglich Zuwachs 74,9 Festmeter per Hektar.

Die Bestände sind nur durchschnittlich 8—10 Jahre im Lichtungszuwachs gestanden. Rechnet man indessen 12 Jahre, so beträgt der **Jahreszuwachs per Hektar 6,24 Festmeter** (statt der etatisierten 2,26 Festmeter).

Nicht minder auffallend war das Verhalten der Wertproduktion — nicht nur infolge der rapiden Massenvermehrung, sondern gleichzeitig infolge des Qualitätszuwachses der stark zunehmenden Eichen und der gutwüchsigen und darum

belassenen Unterholzstangen, die nunmehr rasch zu Prügelholz erstarkten. Bei der Forsteinrichtung im Jahre 1865 war der jährliche Geldertrag auf 30,8 M. per Hektar berechnet worden. Der Lichtungsbetrieb ergab dagegen Folgendes:

Wertvorrat per Hektar im Jahre 1872 (inkl. Unterholz) . 1147 M.
Nutzung von 1872—1884 (bei Verrechnung der 1872 zu Grunde gelegten Preise) . . . . 782 M.
Vorratsrest . . . . 365 M.
Wertvorrat im Jahre 1884 (bei gesunkenen Holzpreisen und exkl. der Stangen unter 10 cm Brusthöhendurchmesser) 1450 M.
Folglich Zuwachs 1085 M.

Bei einer sehr ungünstigen Voraussetzung, bei der Annahme, daß die oben genannten 782 M. per Hektar sämtlich im Jahre 1872 genutzt worden wären, ergibt sich ein **jährlicher Zuwachs von 90,4 M. per Hektar** = 24,9 % von 363 M. Wertvorrat. Thatsächlich ist der Wertzuwachs größer, da im Mittel 3 Jahr lang der Zuwachs der früheren Mittelwaldbestockung in den meisten Beständen verblieben ist. Der letztere wurde, wie gesagt, auf 30,8 M. per Hektar und Jahr im Jahre 1865 bestimmt.

Dieses staunenswerte Resultat überraschte mich schon 1878*) in so hohem Maße, daß ich die Buchen im Holzkirchener Bezirke selbst

*) Zunächst vermute ich eine ähnliche Erscheinung, wie sie an den Oberholzstämmen des Mittelwaldes nach dem Hieb des Unterholzes zu beobachten ist. Sie legen sehr breite Jahrringe auf, die aber allmählich schmäler werden, wenn sich das Unterholz wieder schließt. Diese Erscheinung wird manchen Fachgenossen rätselhaft geblieben sein. Aber wir wissen, daß die Verwesung der Humusbestandteile mit der Erwärmung des Bodens progressiv steigt. Wir finden sonach eine Bestätigung der im zweiten Abschnitte ausgesprochenen Vermutung über die Wirkung der Zunahme der Kohlensäure in der Waldluft auf die Thätigkeit der Assimilationsorgane.

Die Entblößung des Bodens konnte indessen, wie ich mir sagen mußte, die gewaltige Zuwachssteigerung nicht hervorrufen, denn derselbe war beschattet geblieben und nur ein sehr spärlicher Graswuchs hervorgetreten. Zudem war die Auslichtung schon 1868 begonnen und erst die genaue Messung aller Stämme 1872 vollzogen; 40 % der Bestände sind von 1868 bis 1872 gelichtet worden; in diesen Beständen hatte die Wirkung der genannten Erscheinung 1872 größtenteils aufgehört und konnte den Zuwachs von 1872—1878 nicht mehr beeinflussen.

Man darf übrigens nicht übersehen, daß die Hauptmasse der Bestockung von noch kräftigen Stockausschlägen gebildet wurde; wenn die Stangen fehlen und ältere Mittelwaldoberhölzer die Bestockung bilden, so läßt sich dieser Effekt nicht erreichen. Geschlossene Buchenhochwaldungen würden auf diesem Standort nach den badischen Untersuchungen etwa 4,6—5,6 Festmeter Zuwachs per Jahr und Hektar vom 50. bis 60. Jahre haben — die Hälfte der Samenhölzer im Lichtwuchsbetrieb (cf. S. 211).

zu befragen beschloß, ob nicht ein Fehler bei der Kluppierung ꝛc. vorgekommen sei. Ich ließ in diesen Mittelwaldungen eine größere Zahl von Probestämmen fällen und ermittelte auf den Stammscheiben und Zopfabschnitten genau den Zuwachs von Jahrzehnt zu Jahrzehnt. Die Antwort, die ich 1882 veröffentlicht habe, lautet für das hier maßgebende 50—60jährige mittlere Holzalter: Massenzuwachs 8,09 Festmeter per Hektar und Jahr und Wertzuwachs für Buchen 110,6 M. per Jahr und Hektar (statt oben 6,24 Festmeter und 90,4 M.). Die überraschende Wertmehrung ist sonach andauernd, was überdies 1884 konstatiert wurde.

b. Die Waldungen im Revier Urspringen kann man in drei Kategorien trennen, die sich hinsichtlich des Bodens und der Bestockung verschieden verhalten werden. Teils sind die Mittelwaldbestände während des hier zu betrachtenden Zeitraums 1872 bis 1878 fortgewachsen, indem das Unterholz Schluß bildete; hier wurden lediglich die anbrüchigen Eichen ausgehauen und dadurch Lücken verursacht, die für den Lichtungszuwachs kaum in Betracht kommen. Die Buchenmittelwaldungen dieser Gruppe bestocken (mit größtenteils abständigen und unwüchsigen Eichen vereinzelt gemischt) einen tiefgründigen, höchst fruchtbaren, vom Muschelkalk erzeugten Lehmboden.

Die in dieser Weise behandelten, 209,2 ha großen Bestände hatten 1874 einen Wertvorrat inkl. Unterholz von . . . . . . 1993 M. per Hektar.

Genutzt wurden:

von 1874—1878 . . . . 366 M. per Hektar.

(Fast lediglich unwüchsige Eichenstarkhölzer.)

Es sind verblieben . . . . 1627 M. per Hektar.

Im Jahre 1878 wurden ermittelt (bei ziemlich übereinstimmenden Preisen)

über 10 cm Durchmesser . . . . 1828 M.

Hierzu Stangen unter 10 cm (Maximalbetrag geschätzt zu) . 150 M.

Zusammen 1978 M.

Folglich Zuwachs 351 M.; = **per Jahr** (für 6 Jahre gerechnet) 58,5 M. und 3,05%*).

Neben und zwischen diesen Mittelwaldbeständen bestocken gleich-

*) Die Vergleichung des Rohmassenzuwachses, die wegen der nicht gemessenen Stangen unter 10 cm Durchmesser nicht genau stattfinden konnte, würde ungefähr einen Zuwachs von 3—4 Festmeter per Hektar und Jahr ergeben haben.

falls Buchenmittelwaldungen einen etwas besseren Boden, der im Buchenhochwaldbetrieb den Zuwachs ca. 1 Festmeter per Hektar und Jahr erhöhen würde. Diese Mittelwaldungen haben einen so reichen Oberholzstand, daß sie fast hochwaldartiges Ansehen gewonnen haben. Am Ende der sechs Jahre, nachdem die starken, meistens anbrüchigen Eichen ausgehauen und sonstige Lichtungen vorgenommen worden waren, fanden sich durchschnittlich noch 17,6 qm Stammgrundfläche per Hektar, genau dem Lichtungsbetriebe (Buchen) entsprechend. Während in den soeben betrachteten Beständen unter den Stämmen über 30 cm Brusthöhendurchmesser — mit 78 Festmeter per Hektar — ein dichtes Unterholz freudig emporwächst, bewirken auf diesem besten Boden die Stämme über 30 cm mit 111 Festmeter und einzelnstehende geringere Stämme und Stangen eine solche Kronenannäherung, daß fast nur ein dürftiges Bodenschutzholz gedeiht.

Auf diesen 91,5 ha waren die Eichen bereits kurz vor 1872 ausgehauen. Die Nachhiebe bezweckten in erster Linie die weiteren Lichtstellungen und lieferten zumeist Brennholz. Es fand sich (Aufnahme wie oben) 1872 ein

Wertvorrat von	2352	M. per Hektar,
Genutzt wurden	291	„ „ „
Es sind verblieben	2061	M. per Hektar.
Im Jahre 1878 wurden gefunden	3094	M. per Hektar.
Folglich Zuwachs	1033	M. per Hektar.

per Jahr und per Hektar 172 M. — 82 M. mehr, wie in Holzkirchen (wo der Boden geringer und der Vorrat kleiner ist, aber statt 24,9% nur 8,3%*).

Endlich befinden sich im Revier Urspringen flachgründige, trockene Kalkköpfe mit sehr geringer Bodengüte (vierte und fünfte Bodenklasse, bei Entblößung produktionslos). Die ebenso dürftige Mittelwaldbestockung ist schlechtwüchsig, kurzschaftig &c. und dabei finden sich die Stämme über 30 cm nur mit einer Holzmasse von 28,1 Festmeter per Hektar. Die Bestockung wurde behufs Ueberführung zu Schälwald so stark gelichtet, daß Eichenunterwuchs einige Jahre zu wachsen vermocht hätte. Die Eichelsaaten sind durch Mäusefraß größtenteils zerstört worden und die Bestände wieder zusammengewachsen.

---

*) Der Massenzuwachs beträgt ungefähr 10—11 Festmeter per Hektar und Jahr.

Im Jahre 1872 wurde ein Wertvorrat auf dieser 81,4 ha großen Fläche gefunden . . . . 986 M. per Hektar.
Von 1872—1878 wurden genutzt . . . . 369 „ „ „

Es sind verblieben . . . . 617 M. per Hektar
Im Jahre 1878 wurde ein Wertvorrat gefunden von 915 „ „ „
Folglich Zuwachs . . . . 298 M. per Hektar
= 50 M. per Jahr und 8,0 %*), während auf dem zuerst genannten, mit fortwachsenden Mittelwaldungen und dichtem Unterholz bestockten vortrefflichem Boden, der fast durchgängig zum Weizenbau geeignet ist, nur ein Wertzuwachs von 58,5 M. per Jahr und Hektar gefunden wurde.

c. Ganz ähnliche Erscheinungen sind in den übrigen Bezirken meiner Verwaltung, in denen die früheren Mittelwaldstände in der ad a. angegebenen Weise behandelt wurden (Aushieb der kranken und nicht mehr wuchsfähigen Oberhölzer und Lichtung des Unterholzes durch Unterbrechung des Kronenschlusses für eine 6—8jährige Wachstumszeit), konstatiert worden. Die Erörterung aller vergleichungsfähigen Bestände würde indessen hier zu weit führen. Aber ich kann mir nicht versagen, die Gesamtresultate der Einführung des Lichtungsbetriebes in die fränkischen Waldungen der hiesigen Standesherrschaft, soweit dieselben bis zum Jahr 1868 im Mittelwaldbetriebe bewirtschaftet worden sind, mitzuteilen. Diese Ergebnisse liegen bezüglich der Bezirke Urspringen und Holzkirchen für die sechs Jahre 1872 bis 1878 und bezüglich der Bezirke Rüdenhausen, Castell und Seitenbuch für das Jahrzehnt 1868/78 vor. Die Durchschnittspreise des Jahrzehnts 1858/68 und 1868/78 sind nicht wesentlich verschieden, weil die Jahre 1871—74 sehr hohe Holzpreise hatten.

Im Jahrzehnt 1858/68, vor Einführung des Lichtungsbetriebs, hat der jährliche Bruttogeldertrag per Hektar nahezu 34 M. betragen. Es wurde damals die Herabsetzung dieses Abgabesatzes begutachtet, auch teilweise bei Expertisen für nötig erachtet**).

Bei der 1868—1872 vorgenommenen Vermessung der sämtlichen Stämme und Stangen (über teils 10, teils 12 cm Durchmesser in Brusthöhe) fand sich für das Jahr 1868 ein Wertvorrat von 1569 M. per Hektar. Geleitet durch die

---

*) Der Massenzuwachs wird ungefähr 4,0—4,5 Festmeter per Hektar und Jahr betragen.

**) Die bayrischen Staatswaldungen, die vielleicht mit den doppelten Holzvorräten ausgestattet sind, liefern 1882/83 einen Bruttogeldertrag von 23,1 M. per Hektar und Jahr.

Befürchtung eines stetigen Rückgangs der damals noch hohen Preise für Schiffsbauholz und Brennholz habe ich zunächst das unwüchsige Unterholz — die unterdrückten, eingezwängten Stangen und Stämme und vom Oberholz die fast sämtlich anbrüchigen und unwüchsigen Eichenstarkhölzer aushauen lassen. Während der Periode 1871—76, als die Brennholzpreise einen von mir nicht erwarteten Aufschwung nahmen, habe ich aus den Mittelwaldbeständen fast lediglich Stangen und Stämme, die mit ihrem Wertzuwachs 1 % nicht erreichten, zur Nutzung gebracht und die anderweite Anlage der Rentenüberschüsse mit einem Zinsenertrag von nahezu 4½ % bewirkt. Zugleich wurde die Abtriebszeit der älteren Nadelholzhochwaldbestände und der vereinzelt in den Mittelwaldungen stehenden Nadelhölzer auf spätere Perioden des Einrichtungszeitraums verschoben.

In den beiden Bezirken Urspringen und Holzkirchen betrug der Wertvorrat im Jahr 1872 . . . . 1452 M. per Hektar,
Genutzt wurden 1872—1878 . . . . 361 „ „ „

Sonach sind verblieben . . . . 1091 M. per Hektar.
Gefunden wurde 1878 (bei fast gleichen Holzpreisen, jedoch exkl. der Stangen unter 10 cm Brustdurchmesser) ein Wertvorrat von . . 1612 M. per Hektar.

Sonach Zuwachs . . . . 521 M. per Hektar.
Für 6 Jahre durchschnittlich jährlich 86,8 M. = 8,03 %.

An diesem Zuwachs partizipiert der (stark gelichtete) Bezirk Holzkirchen (bunter Sandstein) mit höheren Prozenten, wie der Bezirk Urspringen mit weit besserem Boden (Muschelkalk).

In den Bezirken Rüdenhausen, Castell und Seitenbuch wurde 1868 ein Wertvorrat von . . . . 1393 M. gefunden.
Von 1868 bis 1878 wurden genutzt . . . . 627 M.

Es sind sonach verblieben . . . . 766 M.
Im Jahr 1878 wurde bei gleichfalls fast übereinstimmenden Holzpreisen ein Wertvorrat von . . . . 1450 M. gefunden.

Somit Zuwachs in 10 Jahren 683 M., und per Jahr 68,3 M. = 8,9 %.

Der Durchschnittszuwachs für alle Bezirke beträgt (wenn man annimmt, daß die Bestände in Urspringen und Holzkirchen denselben Zuwachs im Lichtungsbetrieb 1868—1872, wie 1872—1878 hervorgebracht haben würden) für das Jahrzehnt 1868/78 = 78 M. statt der früher genutzten 34 M. Bei der angegebenen, scheinbar weit greifenden Uebernutzung ist der frühere Wertvorrat nicht nur bestehen geblieben, sondern noch vermehrt worden. In den Kronenschluß übergetretene, frühere Mittelwaldungen mit viel reichhaltigeren Holzvorräten, als in den Castellschen Waldungen, finden sich im angrenzenden Steigerwald (Forstämter Mainberg, Eltmann und Ebrach). Die Nutzung beträgt in denselben (8 Reviere) 4,17 R.-M. per Hektar und Jahr und bei dem hierorts anzunehmenden Mittelpreis von 9,5 M. per R.-M. = 39,6 M.

In denjenigen Castellschen Waldungen, in denen geschlossene Nadelholz-

(größtenteils Kiefern-) Hochwaldungen vorherrschend sind, habe ich den (dem Jahreszuwachs entsprechenden Abgabesatz im Jahre 1868 auf Grund genauer Untersuchungen auf 27,1 M. per Jahr und Hektar für eine durchschnittlich 73jährige Umtriebszeit festgesetzt; thatsächlich sind nur 20,3 M. per Hektar genutzt worden. Wenn auch der Boden in den früheren Mittelwaldbezirken etwas besser ist, als in den Kiefernbezirken, so würde man nicht mehr als höchstens 40–45 M. per Jahr und Hektar nachhaltig gewinnen können, während die größtenteils in Lichtwuchs gebrachten früheren Mittelwaldungen einen Zuwachs von 78 M. per Jahr und Hektar geliefert haben.

Man darf nicht übersehen, daß diese Wirkung gegenüber dem geschlossen aufwachsenden Mittelwalde vor allem durch frei gestellte Stockausschläge und die vereinzelt zwischen dem Unterholze stehenden Nadelholzstangen hervorgebracht worden ist, denn das Baumholz hat auch im Oberstande des Mittelwaldes größtenteils freien Wachsraum.

In diesen gelichteten Beständen sind Beschädigungen durch Sturm, Schneedruck, Insekten rc. nirgends vorgekommen.

Weitere Untersuchungen, denen man Beweiskraft beilegen kann, habe ich leider in der Forstlitteratur nicht aufzufinden vermocht. Die badischen Untersuchungen über den Wachstumsgang der Waldbäume im freien Stande sind nicht vergleichungsfähig.

III.

Was leistet die rechtzeitige Auslichtung der Holzbestände für die Starkholzproduktion?

In der ersten Abteilung dieses Abschnittes habe ich nachgewiesen, daß die herkömmliche Erziehung der Waldbäume im vollen Kronenschluß bei den jetzt bestehenden Umtriebszeiten unvermögend ist, die für den Holzkonsum und dessen hauptsächlichen Faktor, den Sägebetrieb, erforderlichen Starkhölzer in genügendem Maße zu erzeugen. Dieser Erhöhung der Umtriebszeiten, deren volkswirtschaftliche Unzulässigkeit wir im achten Abschnitt kennen lernen werden, müßte man sehr weite Grenzen stecken, denn im Kronenschlusse vermehren die Waldbäume nach dem 85—100. Jahre ihren Durchmesser sehr langsam und unbeträchtlich. In 40 Jahren vom 100. bis 140. Jahre vermag der Mittelstamm in geschlossenen Fichten- und Kiefernbeständen, wenn man nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen urteilen darf, nicht mehr als 4 bis höchstens 10 cm zuzunehmen.

Ich habe hierauf in der zweiten Abteilung dieses Abschnitts gezeigt, daß die rechtzeitige Auslichtung weder den Höhenwuchs der Waldbäume zu hemmen, noch eine Verringerung der Quantität des Holzertrags zu bewirken vermag. Wir haben gesehen, daß man die ausgiebige *Starkholz*gewinnung sogar mit einer Steigerung des Quantums der Holzmasse ermöglichen kann.

Man wird jedoch einwenden, daß die ausgiebige *Nutzholz*gewinnung für die im Lichtwuchsbetrieb noch nicht nachgewiesen worden ist. Man wird sagen: wir haben bis jetzt erfahren, daß der Höhenwuchs und Massenwuchs nicht verringert wird und selbstständlich wird der untere Durchmesser viel stärker anwachsen, wie bei den Schlußstämmen. *Allein die Freistämme haben*, so *kann man einwenden, eine andere Schaftbildung, es mangelt ihnen die walzenähnliche Form und deshalb wird die Forsttechnik mit der Erziehung im Kronenschlusse höhere Nutzholzprozente erreichen; sie wird Stämme gewinnen, welche länger sind und infolge der Walzenform größere Nutzholzlängen liefern, als im Freistand.*

Auf Grund der Untersuchungen Burckhardts über die Abnahme der Durchmesser bei Kiefern und Fichten und unter Zuhilfenahme der Messungen des Verfassers*) wollen wir nunmehr die Frage zu beantworten suchen: *wie stellt sich das Verhältnis in der Sägeholzausbeute zwischen der Schlußerziehung und der Lichtstanderziehung bei gleicher Standesortsgüte und gleicher Umtriebszeit?*

1) Die *Fichte* liefert in geschlossenen Beständen — auf den Bergabhängen, auf denen der Verfasser die freiwüchsigen Fichtenstämme fällen ließ, höchsten Falls einen Haubarkeitsertrag von 400—450 Festmeter Derbholz per Hektar. Im Mittel werden die Stämme einen Brusthöhendurchmesser von 22—25 cm haben und kaum einen kurzen Sägeholzabschnitt, vielmehr vorherrschend schwaches Bauholz, Stangen 2c. liefern.

Wir sind deshalb genötigt, ungleiche Standortsgüte zu vergleichen — den Fichtenwuchs der geschlossenen Bestände in den ad II genannten Thälern mit dem Fichtenwuchs auf zweiter Standortsklasse, den Bergwänden.

a. In den Thälern auf erster Standortsklasse ist nach dem Fällungsergebnis eines 21,02 ha großen *geschlossenen Bestands* ein Haubarkeitsertrag von

*) Andere vergleichungsfähige Untersuchungen sind mir leider nicht bekannt geworden.

560 Festmeter und ein durchschnittlicher Brusthöhendurchmesser von 33,6 cm für die 100jährige Abtriebszeit anzunehmen. Die Gipfelhöhe beträgt nach örtlichen Höhenmessungen 27,1 Meter, sonach der Inhalt bei der gleichfalls örtlich ermittelten Grobholzformzahl 0,444 = 1,067 Festmeter. Nach Burckhardt und den örtlichen Ermittelungen über die Durchmesserabnahme (1 cm per Längenmeter) berechnet sich ein Nutzholzanfall bis 22 cm Zopfstärke: 76,9 % = 430,3 Festmeter. Für die erste Standortsklasse, den vortrefflichen, lockeren und feuchten Boden der Thalsohlen, kann man sonach eine jährliche Sägeholzproduktion von 4,3 Festmeter per Hektar und 100 Jahre annehmen. Durch die Durchforstungen wird Sägeholz nicht mit nennenswerten Quantitäten gewonnen werden können, sondern nur schwächeres Bauholz.

b. Auf der zweiten Standortsklasse, auf dem durch die Mittelwaldwirtschaft im Ertrag geschwächten und an sich viel weniger fruchtbaren Boden der Bergwände, würden geschlossene Fichtenbestände im 100. Jahre, wie gesagt, vorherrschend schwächeres Bauholz und nur wenig Sägeholz liefern. Indessen wollen wir annehmen, daß die Stämme die gleiche Mittelhöhe und den gleichen Durchmesser erreichen, wie die Stämme im Thalgrund, daß sonach von den an den Bergwänden im höchsten Falle zu erwartenden 400—450 Festmeter per Hektar gleichfalls 76,9 % zu Sägeholz verwertet werden können. Bei dieser Annahme, welche selbstverständlich die Leistungsfähigkeit des geschlossenen Bestandwuchses sowohl hinsichtlich der Massenerzeugung, als der Nutzholzausbeute überschätzt, würde die Schlußerziehung auf den Bergwänden einen jährlichen Sägeholzertrag von 3,27 Festmeter per Hektar durchschnittlich in 100 Jahren zu liefern vermögen.

Auf dem gleichen Standort liefert die freiwüchsige Erziehung der Fichte offenbar die geringsten Erträge, wenn man die dem oberholzreichen Mittelwald entsprechende Stammstellung wählt und die Lichtungen mit 20jähriger — statt 5- oder 10jähriger — Wiederkehr annimmt. Indessen will ich, um nach jeder Richtung sicher zu gehen, diese 20jährige Lichtung unterstellen. Wenn die Fichtenbestände zwei Dritteile der Grundfläche, welche Baur und Lorey für die dritte Standortsklasse (den Bergwänden ungefähr entsprechend) nachgewiesen haben, erreicht hat, so ist die Lichtung vorzunehmen, die so stark zu greifen ist, daß die Stämme 20 Jahre lang völlig freie Entwicklung finden können. Die Abnahme des Durchmessers wurde für freiwüchsige Fichten durch umfangreiche örtliche Messungen auf 1,6 cm per Längenmeter im großen Durchschnitt bestimmt. Bis zu 22 cm am oberen Ende läßt sich bei dieser Stammstellung und der 100jährigen Umtriebszeit Sägeholz mit folgenden Quantitäten und Dimensionen gewinnen: (Siehe Tabelle nächste Seite.)

Diese drei Hiebe liefern somit bei der angenommenen weiten Stammstellung 4,01 Festmeter Sägeholz per Hektar und Jahr, während die geschlossene Erziehung auf erster Standortsklasse nur 27—28 cm mittleren Durchmesser des Nutzholzabschnitts hervorbringt und die Sägeholzproduktion mit einem Jahresertrag von 3,27 Festmeter per Hektar beträchtlich überschätzt worden ist, selbst in den Thälern auf dem besten Boden nur 4,3 Festmeter beträgt*).

*) Ich habe hier die Frage zu erörtern, was die freiwüchsige Stellung der

Hiebsart und Hiebszeit.	Mittelstamm.		Massenertrag per Hektar.	Nutzholzabschnitt bis 22 cm am Zopfende.		Sägeholzertrag.	
	Länge.	Brusthöhendurchmesser.		Länge.	Mittlerer Durchmesser.	% des Massenertrags.	per Hektar.
	m	cm	Festm.	m	cm		Festm.
60. Jahr, Lichtung	19,2	28,6	83,2	5,4	26,3	50,8	42,3
80. " "	22,4	38,1	69,1	11,3	31,2	75,1	51,9
100. " Abtrieb	25,3	45,5	365,5	16,0	34,8	84,1	307,3

2. Die Leistungen der geschlossenen Kiefernbestände für die Starkholzgewinnung sind keineswegs günstiger.

Für die Standortsklasse, welcher die Bergwände angehören, liefern die geschlossenen Kiefernbestände nach der oben ad I unter Zugrundelegung der Weise'schen Nachweisungen für die dritte Standortsklasse vorgenommenen Berechnung im 85jährigen Umtrieb 1,26 Festmeter per Hektar und Jahr (bis 24 cm oberen Durchmesser). Weise nimmt 4,15 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs für die 85jährige Umtriebszeit an und auch auf diesen Bergwänden wird ein Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von 4,1—4,5 Festmeter per Hektar die Regel bilden, wie die Aufnahmen in den jüngeren Kiefernbeständen ergeben. Auf zweiter Standortsklasse mit einem Haubarkeits-Durchschnittszuwachs von 5,4 Festmeter ergibt sich (Berechnung cf. ad I) 4,6 Festmeter Sägeholz per Hektar und Jahr.

Die frei aufwachsenden Kiefern produzieren, wie die örtlichen Untersuchungen in später zusammengewachsenen Beständen ergeben haben, bis zu einer Stammgrundfläche von 27—29 qm per Hektar vollen Lichtungswuchs.

Wenn man annimmt, daß bei den Lichtungen im 50. und 70 Jahre nur so viele Stämme stehen bleiben, daß die Stammgrundfläche vom 50. bis 70. und vom 70. bis 85. Jahre nicht höher als zu 28 qm anwachsen kann, so berechnen sich, bei einer mittleren Abnahme des Durchmessers von 2,3 cm per Längenmeter, die örtlich als der Durchschnitt umfangreicher Messungen für freiwüchsige Kiefern gefunden wurden, die folgenden Erträge und Dimensionen:

Waldbäume bei Einhaltung der bisher üblichen Umtriebszeiten leistet. Wir werden im achten Abschnitt sehen, daß die bisherigen Umtriebszeiten wesentlich ermäßigt werden können. Bei 100jähriger Umtriebszeit würden, wie die obenstehende Nachweisung ergibt, sehr viele Nutzholzabschnitte über 35 cm Mittenstärke anfallen, die nicht erforderlich sind; selbst auf geringerem Boden würden mit 80jähriger Umtriebszeit Abschnitte mit 25—30 cm mittleren Durchmesser als Hauptmasse gewonnen werden.

Hiebsart und Hiebszeit.	Mittelstamm.		Massenertrag per Hektar.	Nutzholzabschnitt bis 24 cm Zopfende.		Sägeholzertrag.	
	Länge.	Brusthöhendurchmesser.		Länge.	Mittlerer Durchmesser.	% des Massenertrags.	per Hektar.
	m	cm	Festm.	m	cm		Festm.
Lichtung im 50. Jahr.	18,3	29,4	123	3,6	28,3	37,9	47
„ „ 70. „	20,4	41,7	71	9,0	34,4	63,9	45
„ „ 85. „	21,6	48,5	280	11,9	38,8	75,7	212

Der Sägeholzertrag summiert sich auf 304 Festmeter, entsprechend einem Jahresertrag von 3,58 Festmeter per Jahr und Hektar*).

Es ist gar nicht denkbar, daß die geschlossenen Kiefernbestände auf dem gleichen Standort diesen Sägeholzertrag produzieren. In einem sehr gutwüchsigen 110jährigen Kiefernbestand**) mit 34,4 qm Stammgrundfläche per Hektar findet sich in den Stämmen über 20 cm Durchmesser ein Sägeholzertrag von nicht voll 2 Festmeter per Hektar und Jahr; 303 Stämme per Hektar liefern im 110. Jahre einen Nutzholzertrag von 217 Festmeter, während von den nebenstehenden freiwüchsigen Kiefern 151 Stämme im 85. Jahre 212 Festmeter Nutzholzertrag liefern.

Für die Entwicklung der Kiefer zu starken Nutzholzstämmen hat übrigens, wie es scheint, (die oben flüchtig erwähnte) Lichtung in den Jugendperioden hervorragenden Wert. Dicht neben dem oben genannten geschlossenen Bestand stehen durchschnittlich 102jährige Kiefernbestände, die jetzt größtenteils geschlossen sind und 491 Stämme mit im Mittel 39,3 cm Brusthöhendurchmesser und 28,6 m Höhe, sonach die erstaunliche Stammgrundfläche von 59,6 qm per Hektar haben. Sie sind, wie die Stammscheiben erkennen lassen, bis zum 40. bis 50. Jahre völlig frei erwachsen, wie die benachbarten Mittelwaldstämme, und erst zwischen

---

*) Nach den örtlichen Untersuchungen, die auch das geringere Bauholz zum Nutzholz gerechnet haben (unter 24 cm Zopfstärke) würden folgende Nutzholz-Prozente für freiwüchsige Kiefern anzunehmen sein:

50. Jahr = 80%
70. „ = 84%
85. „ = 88%.

**) Dieser jetzt geschlossene Bestand findet sich auf dem gleichen Standort wie die Mittelwaldkiefern. Aber die Stammform läßt die Vermutung zu, daß der Bestand teilweise früher licht gestanden hat und deshalb habe ich denselben nicht zur Vergleichung bei meinen Untersuchungen benutzt.

dem 60. und 70. Jahre in Kronenschluß getreten. Leider habe ich unterlassen, die Durchmesserabnahme an den Probestämmen zu ermitteln; wenn man indessen das Mittel aus der Durchmesserabnahme der Frei- und der Schlußstämme nimmt, so berechnet sich ein Nutzholzertrag von 4,83 Festmeter per Hektar und Jahr. Mit Sicherheit kann man sagen, daß diese in der Jugendzeit freiwüchsigen Kiefernbestände $1^1/_2$- bis 2fachen Nutzholzertrag der benachbarten geschlossenen Bestände liefern. Sie sind als starke Stämme mit gut ausgebildeten Kronen in den Schluß getreten.

3) Für die hier zu erörternde Vergleichung brauche ich dem vorstehenden ziffermäßigen Beweis, was die Fichte und Kiefer auf gutem Boden betrifft, kein Wort hinzuzusetzen. Bezüglich anderer Holzarten stehen mir lediglich die Untersuchungen zu Gebote, welche ich über die Wachstumsleistungen der minder wichtigen Rotbuche im freien Stande und im Kronenschlusse vorgenommen habe. Ich notiere deshalb nur, daß diese Holzart auf einem Boden, auf dem sie im geschlossenen Hochwald 4—5 Festmeter Gesamtertrag (von der Hauptnutzung und den Zwischennutzungen exkl. Stockholz) per Hektar und Jahr liefern würde, 6,65—7,87 Festmeter Gesamtertrag im Lichtungsbetriebe mit 100jähriger Umtriebszeit per Hektar und Jahr gewährt. Dabei kommen im Abtriebsalter Stämme mit 35,3—40,7 cm Brusthöhendurchmesser und 16,2—23,6 m Gipfelhöhe zur Nutzung.

IV.

Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchungen.

Ich will, um den Ueberblick zu erleichtern, die Hauptresultate der Untersuchungen in diesem Abschnitt nachfolgend kurz zusammenfassen:

1) Die pflanzenphysiologischen Gesetze begründen keineswegs die Annahme, daß die größte Holzstoffproduktion an das Vorhandensein des dichten Kronenschlusses geknüpft sei.

2) Da die größte Rohstoffproduktion kein diskussionsfähiges Ziel des Waldbaues sein kann, so muß untersucht werden, was die geräumige und die dichte Stellung der Waldbäume für die Gewinnung der gebrauchfähigsten Säge- und Bauholzsorten 2c. leistet.

3) Zu diesem Zwecke muß man jedoch zunächst zu erfahren suchen, welche Holzarten und Holzsorten von den hauptsächlichen

Zweigen des Holzverbrauchs begehrt werden und für die Zwecke der Holzkonsumtion die relativ größten Nutzleistungen haben.

4) Die Waldbäume müssen, wenn sie für die heutigen Verwendungszwecke des Bau-, Werk- und Nutzholzes in ausgiebiger Weise Verwendung finden und exportfähige Bretter und Bauhölzer liefern sollen, mindestens einen Durchmesser von 22—24 cm mit Rinde am oberen Abschnitt haben. Hiernach ist zu bemessen, welchen Gebrauchswert die im Schluß- und die im Lichtungsbetriebe erzogenen Waldbäume mit dem Hauptteil des Baumschaftes haben.

5) Schon die oberflächliche Untersuchung, die vorläufig bei dem Mangel aller sicheren Anhaltspunkte möglich ist, ergibt zweifellos, daß die bestehenden Hochwaldumtriebszeiten für die ausgiebige Nutzholzgewinnung nicht ausreichend sind, wenn man die Erziehung der Waldbäume im engen Kronenschluß nicht aufgeben will. Auf mittelgutem Standort würde eine mindestens 30jährige Erhöhung der bestehenden, durchschnittlich 100jährigen Umtriebszeiten nötig werden, die aus nationalökonomischen Gründen unzulässig ist.

6) Die Einengung der Waldbäume zu einer seitlichen Spannung der Baumkronen verringert zunächst sehr wesentlich die Rohstoffproduktion, die man bei einer geräumigen, jedoch nicht zu weit voneinander entfernten Stellung der Waldbäume erzielen kann, sowohl in der Jugendzeit, als im Baumholzalter. Wenn es möglich wäre, den in Kronenschluß getretenen Beständen schon im jugendlichen Alter freien Wachsraum für eine 5jährige oder 10jährige Wachstumsperiode zu geben, so würden unzweifelhaft höhere, stärkere und nicht minder gebrauchsfähige Stämme mit größeren Massen per Flächeneinheit produziert werden, als bei Erhaltung des Schlusses und Entfernung der unterdrückten Gerten und Stangen. Im Baumholzalter bewirkt die Oeffnung eines für die seitliche Entwicklung der Baumkronen ausreichenden Raumes eine staunenswerte Zunahme der jährlichen Holzproduktion per Flächeneinheit im Vergleich mit dem Zuwuchs vor der Lichtung.

7) Aber auch die Produktion der nutzfähigsten Säge- und Bauhölzer ist während der gleichen Wachstumszeit (der bisher gebräuchlichen Erntezeit) bei dem geräumigen Stande der Waldbäume weitaus größer, als im dichten Kronenschlusse.

———

Siebenter Abschnitt.

Die Betriebsarten.

Die regellose Durchplänterung der Holzbestände zur Gewinnung des benötigten Bau-, Werk- und Brennholzes, welche bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts in den deutschen Waldungen vorherrschend geübt worden war, stand im unvereinbarlichen Gegensatz zur planmäßigen Ordnung der nachhaltigen Waldbenutzung. Man hat die regellose Femelwirtschaft mit Recht verlassen. Aber die deutsche Forstwirtschaft hatte in der Wahl der Waldformen, die an die Stelle der durchplänterten Bestände zu setzen waren, völlig freie Hand. Man kann nicht sagen, daß eine gewisse Gleichförmigkeit und Gleichalterigkeit des Bestandswuchses nötig war, um die günstigen Wirkungen des Waldes auf die Durchfeuchtung der Luft an den heißen Sommertagen, auf den Abfluß des Wassers, die Speisung der Quellen 2c. sicherzustellen. Man kann ebensowenig behaupten, daß die gleichwüchsigen Gertenhölzer, Stangenhölzer und angehenden Baumhölzer der landschaftlichen Schönheit einer Gegend den gleichen Schmuck verleihen, wie die malerische Abwechslung schön geformter Bäume und Baumgruppen und namentlich die prächtigen, vollkronigen Altholzstämme, die dem Femelwalde entstammen und noch heute in einzelnen Gegenden Deutschlands, z. B. im bayrischen Walde, unsere Bewunderung erregen. Die Forsttechnik konnte Bestockungsformen wählen, welche das brauchbarste Brenn- und Nutzholz in kürzester Zeit hervorgebracht haben würden; es war unbestritten die Aufgabe der Forstwirte, zu untersuchen, welche Werterträge einerseits die holzreichen Femelwaldungen mit geord-

netem Vollzug der Nutzung und Verjüngung, ferner die dicht mit Oberhölzern bestandenen Mittelwaldungen, überhaupt die nutzbringendste Gruppierung und Verteilung der Baumhölzer und anderseits die dicht geschlossenen, gleichförmigen Samenholzbestände, der Ausschlagwald und der oberholzarme Mittelwald liefern und diejenigen Bestockungsformen, welche auf der höchsten Stufe der volkswirtschaftlichen Leistungskraft standen, vorherrschend einzubürgern.

Seit Anfang dieses Jahrhunderts bewirtschaftet man die deutschen Waldungen, welche der technischen Betriebsleitung unterstehen, fast ausschließlich (sicherlich mit 90%) im sog. Hochwaldbetriebe, im **„schlagweisen Samenholzbetriebe"**. Die mannbaren Holzbestände werden entweder natürlich durch den Samenabwurf des Mutterbestands verjüngt — durch den „Femelschlagbetrieb" — oder der Nachwuchs wird durch Saat oder Pflanzung künstlich begründet — durch den „Vorverjüngungs"- und „Kahlschlagbetrieb". Diese Samenhölzer wachsen im Kronenschlusse empor bis zur Hiebszeit im 80—120jährigen Holzalter; nur Vorwüchse 2c., und die unterdrückten und übergipfelten Gerten, Stangen und Stämme werden in der Regel durch Ausjätungs-, Reinigungs- und Durchforstungshiebe hinweggenommen.

In einzelnen Gegenden Deutschlands hat sich der **„Mittelwaldbetrieb"**, der in früheren Jahrhunderten größere Verbreitung namentlich in den bevölkerten Gegenden hatte, erhalten. Dieser „Kompositionsbetrieb" verbindet die Baumholzzucht mit dem Stockschlagbetrieb. Zwischen einem Unterholz, welches von Laubholz-, Stock- und Wurzelausschlägen gebildet wird, stehen Baumhölzer, einzeln oder gruppenweise verteilt und regelrecht im Alter abgestuft. Bei jedem Hieb des Unterholzes werden die ältesten und die sonst abkömmlichen und hiebsreifen Oberholzstämme genutzt.

Im **„Niederwaldbetriebe"** werden fast lediglich die Stock- und Wurzelausschläge der Laubhölzer mit 15-, 16-, 20-, 25-, 30jähriger Umlaufszeit der Nutzung gehauen; jüngere Baumhölzer bleiben in diesen Stockschlägen nur mit geringer Zahl stehen*).

Andere Betriebsarten werden von der Forsttechnik nicht in

---

*) Der Mittelwaldbetrieb wird im elften Abschnitt und der Niederwaldbetrieb im zwölften Abschnitt näher dargestellt werden.

beachtenswerter Ausdehnung benutzt. Der früher übliche Plänterbetrieb ist aus den von Forstwirten bewirtschafteten Waldungen fast gänzlich verschwunden. Die Veränderung des oben genannten Femelschlagbetriebs, die man „modifizierten Buchenhochwaldbetrieb", „Lichtungsbetrieb" ꝛc. genannt hat, haben wir schon im sechsten Abschnitt kennen gelernt; die Buchenbestände erhalten nach Vollendung des Hauptlängenwuchses freien Raum für die volle Entfaltung der Krone während eines 40—50jährigen Wachstumszeitraums und treten hierauf wieder in Kronenschluß. Den „Hochwaldkonservationshieb", der fast nur noch historisches Interesse hat, werden wir unten kennen lernen. Die „Kopfholz"- und „Schneidelholz"-Benutzung ist forstlich kaum beachtenswert. Die Betriebsarten, welche die Verbindung der Holzzucht mit dem Fruchtbau gestatten, werden wir im 13. Abschnitt gesondert besprechen. Vor allem ist, wie man sieht, die volkswirtschaftliche Leistungsfähigkeit des schlagweisen Samenholzbetriebs, in dem durch Samenabwurf, Ansaat oder Anpflanzung gleichwüchsige dichtgeschlossene Holzbestände hervorgebracht werden, zu würdigen.

Was hat die Forstwirte veranlaßt, seit mehr als 100 Jahren mit unzerstörbarer Beharrlichkeit gleichalterige und gleichwüchsige, im dichten Kronenschlusse aufwachsende Hochwaldbestände heranzuziehen? Wir haben im vorigen Abschnitt gesehen, daß diese Bestockungsform sowohl hinsichtlich der Massen-, als der Nutzholz- und Brennstoffproduktion sehr zweifelhaften Wert hat und daß die Herstellung der gebrauchsfähigsten Forstprodukte in der kürzesten Zeit durch die Gleichwüchsigkeit und den Kronenschluß nur gehemmt wird. Wie ist diese Bestandsform entstanden?

I.

Die Ansichten der Waldbaulehrer.

Im Anfang des 19. Jahrhunderts standen, wie schon oben erwähnt wurde, zwei scharfsinnige und weitblickende Männer am Steuerruder des wirtschaftlichen Fortschritts — Georg Ludwig Hartig und

Heinrich Cotta. Man hatte in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts der Schlagwirtschaft eine stets zunehmende Verbreitung gegeben. Die ältesten holzreichen Schläge des früheren Femelwaldes und die zusammenwachsenden Laubholzwaldungen mit zahlreichen Baumhölzern im Oberstand wurden durch Besamungs- und Auslichtungsschläge verjüngt; an ihre Stelle traten Jungwüchse, die im Alter unwesentlich verschieden waren, bald Kronenschluß bildeten und in diesem Kronenschluß gleichmäßig und gleichförmig emporwuchsen. Während der Zeit, daß die schlagweise fortschreitende Verjüngung zu den mit jüngerem Holze bestockten früheren Femelwaldungen gelangte, waren dieselben gleichfalls in mehr oder minder vollkommenen Kronenschluß getreten.

Georg Ludwig Hartig und Heinrich Cotta haben zwar die Fortsetzung der Besamungs- und Auslichtungsschläge befürwortet. Sie wollten offenbar in erster Linie dem regellosen Femelwalde entrinnen, welcher der planmäßigen Bewirtschaftung kaum zu besiegende Hindernisse in den Weg legte und auch sonst mannigfache Schattenseiten hatte. Es ist jedoch weder damals, noch später der überzeugende Beweis geliefert worden, daß die gleichförmigen und gleichalterigen Hochwaldbestände das Höchsterreichbare für die Zwecke der Holzproduktion leisten. Hartig und Cotta waren offenbar zweifelhaft, ob das Zusammengreifen der Zweigspitzen die Holzproduktion fördern oder hemmen wird. Aber diese Schriftsteller ließen sich von der damals erklärlichen Befürchtung leiten, daß die scharf eingreifende Durchforstung der schlank aufgewachsenen Gerten- und Stangenhölzer Umbiegen, Schneebruch, Eisbruch, Duftanhang und auch Windwurf ꝛc. befördern werde und deshalb befürworteten sie — wenn auch mit einer unten näher zu betrachtenden Verschiedenheit — die Erhaltung des Kronenschlusses.

In den Ansichten **Georg Ludwig Hartigs** tritt uns zunächst ein scheinbarer Widerspruch entgegen. Die Holzarten leisten, wie Hartig behauptet, als „große Bäume" am meisten, wenn sie mit der erforderlichen natürlichen Entfernung im Kronenschluß stehen.

„Dieser Behauptung (daß eine gewisse Waldfläche bei der Femelwirtschaft nicht so viel Holzmasse jährlich hervorbringen kann, als sie bei der regelmäßigen Schlagwirtschaft liefert), wird man beipflichten," sagt Hartig, „wenn man erwägt und durch allgemeine Beobachtung kennt, daß 1000 große Bäume, wenn sie einzeln verteilt in jungen Waldungen stehen, ungleich mehr leeren Raum ver-

ursachen, als wenn sie in der erforderlichen natürlichen Entfernung in einem Distrikte beisammen stehen. Im ersteren Falle verdämmt z. B. eine haubare Buche von gewisser Größe 2—3 Quadratruten und im anderen Falle nimmt eine ebenso große, aber im Schluß gebliebene und daher weniger ästige Buche kaum $^1/_2$—$^3/_4$ Quadratrute Fläche ein. Es erfordert also eine gewisse Anzahl haubarer Bäume bei der Femelwirtschaft einen zwei bis dreimal größeren Flächenraum, als dieselbe Anzahl von haubaren Stämmen bei der Schlagwirtschaft nötig hat."

Wir haben im sechsten Abschnitt näher dargelegt, daß die Sachlage eine wesentlich andere ist, als G. L. Hartig angenommen hat. Wenn es dem Hochwaldschlußbetrieb möglich wäre, während einer gegebenen Wachstumszeit gleich große, vollwüchsige Stämme, wie im Mittelwalde oder Femelwalde, mit einer so geringen Astverbreitung, als Hartig annimmt, auf die Fläche zusammen zu drängen, und wenn diese Schlußstämme, jeder für sich, die gleiche Blattmenge haben würden und diese Blattmenge den gleichen Lichtgenuß finden würde als jeder der 1000 einzeln stehenden Stämme, so würde sicherlich niemand bezweifeln, daß dieser Betrieb auf der höchsten Stufe der Ertragsleistung steht.

Aber anderseits befürwortet G. L. Hartig keineswegs eine sehr dichte Stellung der Stämme im Baumholzalter.

„Hundertjährige Bestände, die per preußischen Morgen 800—1000 Stämme enthielten, hatten mehr als den doppelten Zuwachs, nachdem die Stammzahl auf 300 Stück per Morgen reduziert worden war." Wiederholt führt Hartig als Beweis für den hohen Massenertrag und die Holzgüte der sehr weitständigen Pflanzungen den schon oben erwähnten Fichtenbestand in der Herrschaft Wildenburg bei Siegen an, der in einer Entfernung von 4,4 m gepflanzt worden war und im 70. Jahr eine Holzmasse von 728 Festmeter per Hektar hatte. „Man sah es den prächtigen Stämmen an, daß sie in der Jugend viele Aeste gehabt hatten; nichtsdestoweniger aber wurden sie zu starken Balken benutzt und teuer bezahlt."

Auch für die Erziehung der Holzbestände befürwortete G. L. Hartig ebensowenig eine sehr dichte Stellung der Waldbäume. „Weitläufig gepflanzte Stämme werden mit einer bestimmten Zeit reichhaltiger an Masse, als enggepflanzte." Wenn das entscheidende Gewicht nicht auf frühe hohe Durchforstungserträge und auf die Astreinheit zu legen ist, so forderte Hartig „weitläufige Pflanzung und Saat". Er betont wiederholt, daß mit der Verringerung der Stammzahl bei den Durchforstungen der Zuwachs der Bestände erhöht wird.

Indessen befürchtete Hartig, wie gesagt, bei zu weitgehender Lichtstellung Bodenaussaugung durch Forstunkräuter, Schnee- und Duftdruck, kurze und ästige Baumschäfte. Dieser Besorgnis entstammt die Generalregel für die Durchplänterung: „lieber etwas zu viel, als zu wenig Holz stehen zu lassen und niemals einen dominierenden Stamm hinwegzunehmen, also auch niemals den oberen Schluß des Waldes zu unterbrechen."

Gegen die Femelwirtschaft macht G. L. Hartig im speciellen geltend, daß das junge und mittelwüchsige Holz nicht so freudig aufwachsen könne, vielmehr öfters durch die Fällung und den Transport der starken Stämme beschädigt werde, daß dem Windschaden nicht so sicher entgegengearbeitet werden könne, als bei der Schlagwirtschaft (weil der Wind die Baumgipfel der älteren Stämme ungehindert treffe), daß die Viehweide im Femelwalde ohne großen Nachteil nicht stattfinden könne und die Beaufsichtigung der Arbeiten erschwert sei. Aber die Bedeutung der wirklichen und der vermeintlichen Nachteile des Femelbetriebs ist sehr schwer festzustellen. Den durchschlagenden Grund führt Hartig zuletzt an. „Es ist auch nicht möglich, den ganzen Forstbetrieb oder den Zustand des forstlichen Vermögens so bestimmt bei der Femelwirtschaft zu übersehen und zu beurteilen, als bei der Schlagwirtschaft."

Laubholzarten, die keine großen Bäume werden, und mageren Boden soll man nach Hartig mittels des Stockschlagbetriebes benutzen. Dieser Niederwaldbetrieb ist auch dann einzuhalten, wenn der Wald bald einen Ertrag liefern soll. Den Mittelwaldbetrieb erwähnt Hartig mit diesem Namen nicht, sondern bespricht nur die Behandlung solcher Niederwaldungen, worin für immer starkes Baumholz oder Bauholz erzogen werden soll. Es sei, wie Hartig meint, besser, Baumholzzucht und Stockschlagbetrieb flächenweise zu trennen.

Heinrich Cotta wiederholt im wesentlichen die von Hartig angeführten Gründe gegen den Femelbetrieb. Obgleich er sodann gleichfalls gegen die zu stark eingreifende Auslichtung bei den Durchforstungen des Hochwaldbetriebes warnt, so geht er doch einen Schritt weiter, als Hartig. Die Holzpflanzen sollen für mehrere Jahre Wachsraum erhalten und sich mit den Zweigen noch berühren, jedoch nicht ineinandergreifen. Sehr stark ausgelichtete Bestände, sagt Cotta, reinigen sich später hinlänglich von Aesten und liefern erfahrungsgemäß die schönsten Stämme; der Abfall der Blätter und Nadeln ist stärker und deren Verfaulen vollkommener. Später (1819) befürwortete Heinrich Cotta, wie schon im vorigen Abschnitt bemerkt wurde, die freiständige Erziehung der Waldbäume in Verbindung mit Fruchtbau*). Die Waldbäume produzieren,

*) Die Jahresschläge sollten einige Jahre als gewöhnliches Ackerfeld bebaut, hierauf anbauwürdige Holzarten in Reihen mit 4—16 m Abstand und

wie Cotta behauptet, im freieren Stande eine größere Menge Holz, wie im Kronenschluß; im ersteren Falle sei das Holz zugleich fester, dauerhafter und brennkräftiger; der Freistand beseitige fast gänzlich die Sturm-, Insekten- und Feuergefahr. Allerdings hat Cotta die größere Massenerzeugung der freiständigen Bäume, die selbstverständlich für die Gesamtfläche der geschlossenen Bestände nachgewiesen werden muß, nicht in genügender Weise durch vergleichende Untersuchungen bewiesen; er führt nur sehr hohe Erträge isolierter Fichtenbestände, die ursprünglich im weiten Verband gepflanzt waren, an. Aber auch die zahlreichen Gegner in dem entbrannten heftigen Meinungsstreit konnten, wie wir oben gesehen haben, den Beweis nicht erbringen, daß die Massenerzeugung im Kronenschluß größer ist, als bei einem richtig bemessenen Lichtstand. Jedenfalls hat Cotta die Lösung dieser Kardinalfrage der deutschen Holzzucht in entschiedener Weise angebahnt — aber diese Lösung hat inzwischen keine Fortschritte gemacht.

Der Niederwald gehört nach Cotta auf mageren Boden, namentlich aber auf flachen, übrigens aber fruchtbaren Boden.

Der Mittelwaldbetrieb habe mannigfache Vorzüge vor dem Niederwaldbetrieb: er habe größeren Holzertrag, man gewinne wertvolleres Brennholz und mannigfache Nutzholzsortimente, die Bewirtschaftung sei sicherer, nachhaltiger und weniger kostspielig.

Joh. Christ. Hundeshagen verurteilt den Femelbetrieb nicht in so entschiedener Weise, als Georg Ludwig Hartig. Er glaubt sogar, daß der Femelbetrieb den gleichen Materialertrag liefere, wie die ordentlichen Hochwaldungen.

Hundeshagen sagt (1821): „Weil (in den Femelwaldungen) nirgends ein vollkommener Schluß der Kronen und dichte Beschattung stattfand, sondern Luft und Licht (wie beim Mittelwald) in mehreren Richtungen eindringen konnten, so erhielt sich nicht bloß das junge Holz größtenteils gesund, sondern keine Stammklasse konnte auch die andere vollkommen überwachsen und drängen, weshalb in diesen Beständen in weit kürzeren Zeiträumen nutzbare Stämme erzogen und periodisch ausgehauen werden konnten, als in ordentlichen Hochwaldungen, hinter denen sie auch im Materialertrage nicht zurückblieben.“ Für den möglichst voll-

---

0,7—1,1 m Pflanzenentfernung in den Reihen angepflanzt, der Fruchtbau zwischen den Reihen möglichst lange fortgesetzt, die Hälfte der Stämme, wenn sie sich in den Reihen im Wachstum hindern, entfernt und endlich mit dieser Durchforstung fortgefahren werden.

kommenen Betrieb der Femelwaldungen gibt Hundeshagen folgende Regeln: Wiederkehr des Hiebes in ein und derselben Abteilung nach 10 oder 15 Jahren; schmale, mit Wegen durchzogene Schläge; sorgsame Fällung, Aufarbeitung und Abfuhr des Materials, Schonung gegen Viehweide und Streunutzung. Recht gut bestandene und höchst einträgliche Femelbestände findet man, sagt Hundeshagen, sehr oft, wenn dieselben nicht unmittelbar nach dem Hiebe der Viehweide wieder eingeräumt wurden — auch bei wenig sorgfältiger Behandlung.

Aber Hundeshagen war über die Ertragsleistungen der Betriebsarten offenbar zweifelhaft. Er scheint anderseits den Femelbetrieb auf die holzreichen Gegenden, wo geringe Sortimente gar keinen Wert haben, beschränken zu wollen. In Gegenden, wo bereits entgegengesetzte Verhältnisse eingetreten sind, stelle dieser Betrieb der Anordnung, dem Gange und der Uebersicht einer ausgedehnten Waldwirtschaft zu große Hindernisse entgegen, um beibehalten zu werden. Der Hochwaldbetrieb besitze im allgemeinen die größten Vorzüge, indem er auf die natürliche Fortpflanzungsweise der Baumarten gegründet sei und die meiste Holzmasse in den verschiedenartigen Sortimenten liefere. Bezüglich des Mittel- und Niederwaldbetriebs stimmt Hundeshagen mit Cotta überein. Er glaubt, daß der Mittelwald „bei sorgfältiger Behandlung nicht bloß beinahe gleiche Materialnutzung liefert, wie der Hochwald, sondern auch Holzsortimente von jeder Gattung, unter denen besonders die Nutzhölzer bei dem freien Stande des Oberholzes früher brauchbar und dauerhafter sind".

Nicht weniger zweifelhaft und unentschieden ist **Wilhelm Pfeil.** „Der Hochwaldbetrieb kann die größte Massenerzeugung gewähren, indem das Holz in ihm ungestört fortwachsen kann, bis die Bäume ihre Vollkommenheit erreicht haben, ohne daß die Produktion unterbrochen wird — vorausgesetzt, daß keine Lücken darin entstehen und das Holz nicht ein Alter erreicht, worin es schon im Wuchse nachläßt." Der Femelbetrieb sei nur Ausnahme von der Regel, wenn der Boden nicht entblößt werden dürfe oder lediglich starke Nutzhölzer verwertbar seien. Aber die unbedingt größte Massenerzeugung des Hochwalds stellt Pfeil fünf Seiten später in Frage. Er sagt: „Ob der Mittelwald überhaupt weniger Holz erzeugt, als der Hochwald, ist noch zweifelhaft" und führt hierauf mehrfache Gründe an, welche die höhere Massenproduktion des Mittelwaldes — wenigstens theoretisch — beweisen sollen. Selbst hinsichtlich des Buchenmittelwaldbetriebs ist Pfeil zweifelhaft. Er sagt: „Für den Mittelwaldbetrieb ist die Buche im allgemeinen keine passende Holzart und wenn man den Ertrag dieser Holzart als weit geringer annimmt, als den des Hochwalds, so mag man wohl solche Mittelwälder vor Augen gehabt haben, in denen die Buche rein oder vorzugsweise herrschend vorkommt. Hier kann man nur die Ansicht

teilen, daß, wenn sonst die Größe der Fläche und alle übrigen Verhältnisse die Umwandlung des Mittelwaldes in Hochwald gestatten, diese immer ratsam sein wird, um eine größere und wertvollere Holzmasse zu erziehen." Aber kurz vorher bemerkt derselbe Schriftsteller in demselben Buche: „Für den Buchenmittelwald läßt sich gar kein bestimmter Ertrag angeben, weil dieser zu sehr durch die Menge des Oberholzes bedingt wird. Es ist möglich, daß er dem des Hochwaldes gleichkommen kann, er kann aber auch sehr hinter ihm zurückbleiben." Pfeil befürwortet im allgemeinen die Erziehung im Kronenschluß. „Bloß einen Fall gibt es, wo man ältere Bestände von 50 und 60 Jahren so durchhauet, daß sich der Schluß erst in 20 und mehr Jahren wieder herstellt. Das ist der, wo es an haubaren Beständen fehlt und diese mittelwüchsigen Orte auf diese Weise den unerläßlichen Etat erfüllen müssen. Dieses Verfahren ist aber nur auf ganz gutem Boden zulässig." Namentlich sollen nach Pfeil starke Lichtstellungen in Eichen- und Kiefernbeständen vermieden werden. Bezüglich der Fichte finden wir indessen die folgende merkwürdige Aeußerung: „Die Eigentümlichkeit der Fichte, daß sie räumlich erwachsend von oben mit Zweigen besetzt ist und eine weit größere Menge von Nadeln trägt, als im geschlossenen Stande, dabei aber auch am Fuße ihres Stammes und innerhalb des Kreises, den die Wurzeln zu ihrer Ernährung brauchen, eine vollständige Bodendüngung erfolgt, ist Ursache, daß dieser Baum im räumlichen Stande eine weit größere Holzerzeugung hat, als im geschlossenen." Aber in demselben Buche stellt Pfeil wieder die gegenteilige Behauptung auf: Er sagt: „Die Fichte hält sich gern horstweise geschlossen.... Die gesamte Holzerzeugung dieses dichten Pflanzenhorstes ist größer, als die eines seinen Raum einnehmenden einzelnen Stammes sein würde." Ueberhaupt soll sich der Forstwirt, wie Pfeil meint, auf die Herausnahme des wirklich unterdrückten Holzes (nachdem der junge Ort begonnen hat, sich selbst zu reinigen) beschränken, da eine Störung der Humuserzeugung durch zu lichte Stellung des bleibenden Bestands bei den flach laufenden Wurzeln der jungen Fichten sehr ungünstig auf ihren Wuchs einwirke. Man brauche namentlich im höheren Alter nicht oft zu durchforsten, weil sich die zurückbleibenden Stämme lange Zeit grün erhalten.

Zum Niederwaldbetrieb eignet sich die Buche, wie Pfeil mit Recht behauptet, unter den Laubhölzern am allerwenigsten, sie liefere nur etwa die halbe Holzerzeugung des Hochwalds auf gutem Boden. Der Eichenniederwaldbetrieb verdiene im milden Klima mit 25—30jähriger Umtriebszeit oft dem Baumholz vorgezogen zu werden. Die Eiche sei für den Mittelwaldbetrieb ein vortrefflicher Oberbaum.

Nach **Gwinner** soll der Hochwaldbetrieb Anwendung finden, wenn die möglichst größte und wertvollste Holzmasse auf kleinster Fläche erzogen werden soll und wenn es sich um die Erziehung verschiedener Holzsortimente, namentlich vieler starker Stämme handelt, jedoch müssen Boden, Lage und Klima der vollkommenen Ausbildung der Bäume günstig sein. Der Femel-

betrieb soll dagegen Anwendung finden, wenn es sich um die Erziehung bestimmter Holzsortimente (von gewisser Länge und Dicke) handelt. Der Mittelwaldbetrieb soll Anwendung finden, wenn es sich neben der Erziehung von Brennholz auch noch um die Erziehung von Bau- und Nutzholz handelt. Der Niederwaldbetrieb soll angewendet werden, wenn eine möglichst hohe, nachhaltige Nutzung geboten, das Materialkapital aber soweit vermindert worden ist, daß eine Betriebsart, welche ein größeres fordert, nicht mehr damit zu vereinbaren ist oder wenn der möglichst größte Geldertrag aus einem Walde bezogen werden soll und bloß ein geringes Vorratskapital in der Waldwirtschaft niedergelegt werden kann oder will.

Der Femelbetrieb werde durch felsige, steile, trockene oder sumpfige Stellen, durch ein rauhes Klima, in Schutzwäldern, in kleinen, mit kurzen Zwischenräumen zu bewirtschaftenden Waldungen und in vielen Fällen für die Fortpflanzung der Weißtanne zur Regel. Für den Niederwaldbetrieb sei flachgründiger, aber dabei guter Boden besonders geeignet. Wenn aber die Standortsgüte sehr verschieden sei und häufig wechsele, so werde der Mittelwaldbetrieb bedingt — günstige Bedingungen für das Wachstum der Laubhölzer vorausgesetzt.

Karl Stumpf wiederholt die schon oben erörterten Nachteile des regellosen Plänterbetriebs. Er behauptet eine Verminderung der Holzproduktion gegenüber dem gleichwüchsigen Hochwald, aber diese Vermutung wird wieder nicht durch beweiskräftige Ertragsvergleichungen unterstützt. Er behauptet ferner eine Abnahme der Bodenkraft bei unvollkommener Verjüngung. Bei der Durchforstung der Hochwaldbestände soll der Kronenschluß niemals unterbrochen und zu diesem Zweck selbst unterdrücktes und schlechtwüchsiges Holz belassen werden. Stumpf hält zwar die von Cotta gelehrte frühzeitige Ausläuterung und Durchforstung, namentlich für Fichten- und Buchenbestände für richtig, aber sie sei wegen des Kostenaufwands undurchführbar. Deshalb habe die erste Durchforstung erst dann einzutreten, wenn sich die jungen Holzbestände von den unteren Aesten gereinigt haben.

Der Niederwaldbetrieb stehe dem Hochwaldbetriebe

an Massen- und Wertproduktion und Erhaltung der Bodenkraft weit nach und eigne sich nur für kleinen Waldbesitz und flachgründigen, aber kräftigen Boden. Dagegen stehe der Mittelwaldbetrieb in jeder Hinsicht weit über dem Niederwaldbetrieb — im Massenertrage dem Hochwald am nächsten. Indessen sei namentlich in den Staatswaldungen der Mittelwaldbetrieb in den Hochwaldbetrieb überzuführen.

Nach **Karl Heyer** produziert der schlagweise Samenholzbetrieb nachhaltig die höchsten durchschnittlich jährlichen Holzmasseerträge und es kann die zur Ergänzung des lokalen Holzbedarfs benötigte Waldfläche auf das kleinste Maß zurückgeführt werden. (Beweise für diese Vermutung führt Heyer nicht an.) Der Hochwaldbetrieb liefert nach Heyer in größter Menge und Güte die stärksten und wertvollsten Holzsortimente. Er schützt und mehrt die Bodenkraft am meisten und eignet sich hierdurch für die schlechteren Bodenklassen. Dagegen wirft der Samenholzbetrieb geringe Reinerträge ab; die Samenhölzer, zumal die Nadelbestände, sind von manchen Gefahren, wie von Stürmen, Feuer und Insekten bedroht. Der Plänterbetrieb ist nach diesem Schriftsteller die unvollkommenste Betriebsart; im Vergleiche mit dem Schlagbetriebe hat derselbe eine merklich geringere Holzmasseproduktion infolge der stärkeren Beschädigungen des Nachwuchses durch die Verdämmung, Fällung und Herausschaffung des Oberstandes, sowie durch Weidvieh und Wild; die Sturm-, Insekten- und Feuersgefahr werde größer u. s. w. Namentlich das Plätze- und Kesselhauen leiste den Sturmschäden Vorschub. Der geregelte Femelbetrieb sei nur die Ueberführung des eigentlichen Femelbetriebs in den Schlagbetrieb, indem eine größere Menge von Jahresschlägen in einen Verjüngungsschlag zusammengefaßt werde. Auch der Mittelwaldbetrieb erfreut sich nicht der Freundschaft Karl Heyers. Die dem Mittelwalde beigemessenen eigentümlichen Vorzüge seien sehr fraglich. Allerdings erstarkten die Oberholzstämme in der freieren Stellung rascher, als gleichalterige Stämme in geschlossenen Hochwaldbeständen; aber der Nutzwert derselben sei durchschnittlich geringer, weil ihre Schäfte nicht die Länge, Vollholzigkeit, Geräde, Glätte und Spaltigkeit erlangen, oft auch eine größere Splintmasse enthalten. Die größere Holzmassenerzeugung im Vergleich mit dem

Hochwald sei keineswegs erwiesen worden, vielmehr sehr zweifelhaft. Die behauptete größere Blattmenge werde wenigstens im Unterholz, durch geschmälerten Lichtgenuß an der vollen Verrichtung ihrer Ernährungsfunktionen gehindert. Auch sei erfahrungsgemäß, daß die Mittelwälder, selbst bei strenger Laubschonung, ebenso frühzeitig ausmagern, wie die Niederwälder.

Der *Niederwaldbetrieb* sei, so behauptet Heyer, *nur auf kräftigen und fetten* Standorten zuläßig; er tauge durchaus nicht für magere Standorte; selbst auf guten Mittelböden trete meist schon nach 2—3 Umtriebszeiten eine Ausmagerung und Verwilderung des Bodens ein.

Karl von Fischbach führt die *Mittelwalderträge* aus Baden und aus dem Regierungsbezirke Erfurt an, um zu beweisen, daß der Mittelwald auf gutem Boden manchmal höhere Materialerträge liefere, als der Hochwald. Er glaubt indessen, daß namentlich auf geringeren Böden die Holzmassenproduktion des Hochwalds größer sei. Als *Lichtseiten des Femelbetriebs* betont dieser Schriftsteller: die vollständige Erhaltung der Bodenkraft, die verminderten Beschädigungen durch Insekten, Wind und Feuer; man könne für einzelne Zwecke besonders brauchbares Holz (sehr starkes Holz, sehr dauerhafte Baustämme) gewinnen, jeder Baum könne sich zur vollständigen Ausbildung entwickeln u. s. w. Aber der Materialertrag werde geringer sein, die Waldbäume werden nicht so vollholzig und namentlich auf armem Boden nicht so hoch, sie werden auch astreicher, wie beim Hochwaldbetrieb. Der *Niederwaldbetrieb* werde namentlich durch flachgründigen Boden, steile südliche Hänge, überhaupt steile, zum Abrutschen geneigte Lagen und durch die Ueberschwemmung in Flußniederungen bedingt. Im rauhen Klima sei er nicht am Platz.

In neuerer Zeit hat man gegen die verbreitete Einbürgerung des Hochwaldbetriebs, namentlich gegen die Verjüngung auf Kahlschlägen und die Gleichwüchsigkeit der Bestände, vielfache Bedenken geltend gemacht. **Karl Gayer** hat dieser Rückströmung einen kräftigen Ausdruck gegeben. Die gleichwüchsige Hochwaldform, der Mittel- und Niederwaldbetrieb soll nur noch bei besonders günstigen Standorts- und Bodenverhältnissen zuläßig bleiben. Für alle anderen Standorte sollen die ungleichalterigen, *plänterartigen Bestands-*

formen gewählt werden. Gayer motiviert diese Rückwärtsbewegung nicht etwa durch neue Beweise, welche die höheren Ertragsleistungen dieser Bestockungsformen unangreifbar darthun; er schreibt vielmehr dem gleichwüchsigen Hochwald die größte Produktion an Gesamtmasse zu und glaubt nur, daß die ungleichwüchsigen Bestandsformen für die Nutzholzzucht quantitativ und qualitativ das Höchsterreichbare leisten, stützt sich aber auch in dieser Richtung lediglich auf Vermutungen; Gayer will die plänterartigen Bestandsformen ausschließlich wegen der besseren Erhaltung und Erhöhung der Bodenkraft einführen. Er will den deutschen Wald zurückführen zu den Bestandsformen, welche die Forstwirte vor mehr als hundert Jahren fast allgemein verlassen haben, damit der Luftzug durch die Bestände verhindert wird. „Während der höheren Stangenholz- und angehenden Baumholzperiode hat sich die dichte Bestandskrone mehr und mehr vom Boden erhoben, sie hat zwischen sich und den Boden einen offenen Raum geschaffen, der, wenn auch nicht der Sonne, so doch den Winden Zutritt gestattet. Die beschirmende Wirkung der Baumkrone ist sehr erheblich abgeschwächt, denn sie vermag die durch jeden Luftzug vermittelte Entführung der unter dem Kronendache ruhenden feuchten Luft und dadurch die Austrocknung der Streudecke und des Bodens selbst nicht zu verhüten.“

Das sind im wesentlichen die Ansichten der Schriftsteller über die Leistungsfähigkeit der Betriebsarten im Hinblick auf Massen- und Wertproduktion, Erhaltung der Bodenkraft &c. Welche unanfechtbaren Beweise enthalten sie und welche beglaubigten Schlußfolgerungen können wir aus denselben extrahieren? Der Leser mag sich selbst die Antwort geben.

II.

Die Gebräuche der forstlichen Praxis.

Welche Gründe waren für die praktischen Forstwirte maßgebend, als sie vom früheren Plänterbetrieb übergingen zum schlagweisen Samenholzbetriebe und dabei die Erziehung im Kronenschluß allgemein einbürgerten? Warum hat man mittelwaldähnliche Be-

stockungsformen, welche die Holzzucht im Walde auf die freiständige Entwicklung der Waldbäume fundamentiert haben würden, streng ausgeschlossen?

Selbstverständlich wird, so kann man denken, der Ertrag des Hochwaldes quantitativ und qualitativ beträchtlich höher stehen, als der Ertrag des Plänterwaldes. Allein die Forstwirte haben diese Frage leider nicht untersucht. Man hat zwar hin und wieder behauptet, daß der Nutzholzertrag im gleichalterigen Hochwald den Nutzholzertrag des Femelwaldes übertreffen werde. Aber diese Behauptung ist nicht genügend beglaubigt worden. Wer konnte im Anfang unseres Jahrhunderts den Nutzholzwertzuwachs des Plänterwaldes in den letzten 100—120 Jahren bestimmen und mit dem Nutzholzertrag des Hochwalds im 100—120jährigen Alter vergleichen? Und welcher Nutzholzertrag würde erzielt worden sein, wenn die forstliche Technik die sorglosen Plänterhiebe unserer Vorfahren verlassen und die Nutzholzerziehung in den vor- und nachwachsenden Gruppen und Horsten bestmöglichst geregelt haben würde?

Man hat zweitens behauptet, daß beim Femelbetriebe der verbleibende Bestand durch die Fällung der alten Stämme und durch den Transport der langen Nutzholzklötze vielfach beschädigt worden sei. Es ist allerdings glaubwürdig, daß an steilen Bergwänden im Hochgebirge, wo die Herabbringung der Nutzholzstämme besonders schwierig ist, der Kahlschlagbetrieb wesentliche Vorteile gewährt — aber in den Ebenen und selbst an mäßig steilen Abhängen werden Vorbereitungs- Besamungs- und Auslichtungsschläge gestellt, ohne daß am bleibenden Bestand wesentliche Nachteile wahrzunehmen sind. Beschädigungen von Jungholz, selbst Gassen und Wege, verwachsen erfahrungsgemäß sehr rasch. Derartige Nachteile lassen sich nur durch Kahlhiebe vermeiden, die wieder andere Schattenseiten haben.

Im Plänterwalde gelingt, so behauptet man drittens, die natürliche Verjüngung fast niemals vollkommen. Allein die Verjüngung kleiner, seitlich gegen Windzug rc. geschützter Flächen, welche durch die Löcherhiebe des Femelbetriebs entstehen, hat wegen Erhaltung der Bodenkraft besondere Vorzüge; man konnte die Unvollkommenheiten der natürlichen Besamung sehr leicht,

wie wir sehen werden, durch Anwendung der billigen Pflanzverfahren beseitigen.

Man behauptet endlich, daß im Plänterwalde die Einschonung gegen Weidvieh schwer auszuführen sei. Aber man konnte auch beim geregelten Femelbetrieb dieselbe Einrichtung treffen, wie bei der schlagweisen Hochwaldverjüngung; man konnte in ein und demselben Distrikt mit 15—20jährigem und längerem Zwischenraum die Hiebe führen und die Hiebsschläge genügende Zeit in Schonung legen.

Die Beweggründe, welche die Forstwirte zur Einführung des gleichwüchsigen Hochwalds veranlaßt haben, liegen vermutlich in anderer Richtung. Mit der dichteren Bestockung der Waldungen wurden die nachwachsenden Stämme schlanker und blieben nicht mehr so widerstandskräftig gegen die Stürme als früher. Man mußte deshalb die Löcherwirtschaft des Femelbetriebs aufgeben, weil die Stürme den Wald verheert haben würden. Der Femelwald zeigt ferner dem Auge nicht den geschlossenen, dicht gedrungenen Holzwuchs, und gestattet nicht die Ansammlung großer Holzmassen auf derselben Bestandsfläche im gleichen Maße, wie der haubare Hochwaldbestand. Es ist möglich, daß man der drohenden Holznot vorbeugen wollte, indem man für die Zukunft dicht geschlossene Hochwaldungen nachzuziehen bestrebt war. Aber vor allem würde die Regelung des Forstbetriebs bei Fortsetzung dieser Benutzungsweise ungemein schwierig geworden sein.

Faktisch sind seit der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts in den forsttechnisch bewirtschafteten Waldungen Deutschlands fast ausschließlich Hochwaldbestände begründet worden — gebildet von Stämmen, die im Alter, in der Höhe und im Durchmesser wenig verschieden waren. Diese Samenholzbestände wuchsen im sorgfältig erhaltenen Kronenschluß bis zum 80- bis 120jährigen Alter auf. Auch nach Vollendung des Haupthöhenwuchses wurde die rasche Erstarkung der im Kampfe der Einzelstämme siegreichen, zur Bildung des Nutzholzbestands besonders geeigneten Stammklassen gehemmt und beschränkt durch die ängstlich erhaltene Kronenspannung, welche die seitliche Kronen-

entwicklung der Einzelstämme beengte. Dabei ist die Untermischung der Laub- und Nadelhölzer, die Vermengung der schattenertragenden und lichtbedürftigen Waldbäume nach Maßgabe ihres Höhenwachstums, die Karl Heyer schon 1847 warm befürwortet hatte, von der forstlichen Praxis in der Regel nur in sehr engen Grenzen bethätigt worden. In die Buchenverjüngungen wurden Eichen, meistens horstweise, an passenden Stellen Eschen, Ahorn 2c. eingebracht und die Nadelhölzer wurden auf den (meist trockenen und entkräfteten) Flächenteilen, die bei der natürlichen Verjüngung der Laubholzbestände unbesamt geblieben waren, künstlich angebaut.

Beim Nadelholzanbau hat man zumeist reine Kiefern-, Fichten- und Tannenbestände nachgezogen und lediglich Lärchen beizumischen gesucht.

Die Mittelwaldungen wurden in sehr großer Ausdehnung — namentlich in Bayern — zu gleichwüchsigen Hochwaldbeständen umgewandelt. Man findet dieselben nur noch mit wenigen Prozenten der Waldfläche, hauptsächlich in Baden, im württembergischen Unterlande, in der Umgegend von Mühlhausen in Thüringen, in Braunschweig 2c.

Der Stockschlagbetrieb ohne Oberholz (Niederwaldbetrieb) wird in den forsttechnisch bewirtschafteten Waldungen zumeist als Eichenschälwaldbetrieb, teilweise mit landwirtschaftlichem Fruchtbau (Hackwald, Hauberg) benutzt; wir werden diese Betriebsart, deren vorherrschender Zweck die Gewinnung von Eichengerbrinde ist, besonders betrachten.

Indessen sind immerhin vereinzelte Versuche, andere Bestockungsformen einzuführen, zu verzeichnen.

G. L. Hartig hatte für den Fall, daß die ältesten Bestände noch nicht durch Samenabwurf verjüngt werden können, den Abtrieb der Laubholzbestände im 30—40jährigen Alter mit Belassung von 370—490 der stärksten Stangen per Hektar empfohlen. Nach 30—40 Jahren erfolgt die Verjüngung durch Samenabwurf der 60—80jährigen Stämme, die man übergehalten hat. Der Stockschlag wird dabei gleichfalls genutzt.

Ernst Friedrich Hartig führte diesen **„Hochwaldkonservationshieb“** in Kurhessen von 1813 an in 30—44jährigen Buchenbestände ein.

Man ließ bei der Schlagstellung 1070—1400 Stangen per Hektar stehen und verringerte diese Zahl allmählich bis zu 330—380 Stück per Hektar. Obgleich auch hier die Erfahrung gemacht wurde, daß die Ausschlagfähigkeit der 30—40jährigen Rotbuchenstangen öfters unzureichend für die Beschützung des Bodens ist, so lieferte doch diese Bestockungsform einen dem Buchenhochwald mindestens sehr nahe stehenden Materialertrag — wenn der Boden nicht zu arm und die Lage nicht zu ungünstig war. In der Hälfte der Zeit, welche der geschlossene Hochwald gebraucht, hatte man 20—22 m hohe Stämme mit einem Umfang bis zu 140 cm in Brusthöhe erzogen, während ein gleichalteriger, in unmittelbarster Nähe befindlicher, fortwährend als Hochwald behandelter Buchenbestand zwar einige Meter höher war, aber nur Stämme bis zu 74 cm Umfang in Brusthöhe aufzuweisen hatte. Zur Stellung eines Besamungsschlages waren per Hektar 120—150 Stück 75—80jährige Buchenoberholzstämme, im Konservationsbetrieb erwachsen, ausreichend. Selbst bei 400 Stück 60jähriger Buchenlaßraidel per Hektar kümmerte zwar das darunter befindliche 20—25jährige Buchenunterholz, aber es war noch nicht abgestorben.

Für die rasche Erziehung von starkem Bau- und Nutzholz ist dieser Betrieb, wie **Beling** auf Grund örtlicher Besichtigung versichert, auf nicht zu armem Boden und in nicht zu ungünstiger Lage besonders geeignet; man kann den Zeitraum, den der gewöhnliche Hochwaldbetrieb erfordert, um die Hälfte abkürzen.

Auf flachgründigem Boden, auf einem schlechteren, der Sonne ausgesetzten Sandboden versagten allerdings die Rotbuchenstangen den Ausschlag. Der Boden vertrocknete, überzog sich mit Heidelbeere und Heide, die Laßraidel standen nach wenigen Jahren im Wachstum still und wurden zopftrocken. Dieser Konservationshieb konservierte den Boden nicht genügend; man hätte die Bestände langsam lichten und künstlich unterbauen müssen.

Viel größere Bedeutung hat der vom Oberforstmeister **von Seebach** im hannoverschen Solling eingeführte **„modifizierte Buchenhochwaldbetrieb"** zu beanspruchen, bei dem die Lichtstellung im 60—80jährigen Alter der Bestände erfolgt, den Stämmen durch Aushieb von etwa 0,6 der Holzmasse für eine ungefähr 40jährige Wachstumszeit freier Raum geöffnet und der Bodenschutz durch Unterbau bewirkt wird. Ich habe diese Betriebsart und ihre Erfolge im sechsten Abschnitt (S. 196) ausführlich erörtert und verweise auf diese Darstellung.

Die **Veränderung des Verjüngungsverfahrens der Weißtannenbestände**, welche im badischen Schwarzwalde und in einigen Teilen Württembergs (jedoch nicht im Sandsteingebiet des Schwarzwalds, sondern nur auf kräftigem Boden) eingehalten worden ist, verdient nicht den Namen einer besonderen Betriebsart.

Für die vom früheren Femelbetrieb zurückgelassene ungleichalterige Weißtannenbestockung hat man eine Verjüngungsdauer von 20—30, sogar 40 Jahren gewählt. Man hat wieder ungleichalterige Jungwüchse erzielt. Während dieser langen Verjüngungszeit ist auch die Erstarkung der Stämme und der Zuwachs per Fläche wesentlich gefördert worden. Dabei wurde die Verjüngung, weil die (im neunten Abschnitt näher zu besprechende) Austrocknung des Bodens durch die Luftströmung verhindert wurde, erleichtert. Aber der schlagweise Samenholzbetrieb wurde durch diese verlängerte Verjüngungszeit nicht aufgegeben. Ob die Zeitdauer der Verjüngung 3 oder 15 oder 30 oder 40 Jahre beträgt — diese Modifikationen verändern nicht das Wesen der Betriebsart, des Femelschlagbetriebs. Wenn man den „Femelbetrieb" „regeln" will, so muß die Ausfemelung alle 10 oder 15 oder 20 Jahre in allen Abteilungen wiederkehren. Im Schwarzwald ist dagegen die Verjüngung eines Teils der Waldung der leitende Zweck. In denjenigen Weißtannenbeständen, die nicht der Verjüngungsschlagstellung unterworfen werden, nimmt man nur Durchforstungen und Auszugshauungen vor und auch in den Abteilungen, auf welche sich die Hauptnutzungen konzentrierten, bleibt schließlich keineswegs das Durcheinander der Altersklassen, welches auch den geregelten Femelwald charakterisieren würde, übrig. Ueber die Frage, ob diese langsame Verjüngung zu vertauschen sei mit dem ächten Femelbetrieb, gehen die Ansichten der maßgebenden badischen Forstwirte auseinander. Ich werde diese Verjüngungsweise nicht hier, sondern im neunten Abschnitte eingehend besprechen.

Auch die **ringförmige Verjüngung der Bestände**, die im Pfälzer Wald in neuerer Zeit begonnen worden ist, verdient nicht den Namen einer veränderten Betriebsart. Wir werden dieselbe gleichfalls im neunten Abschnitt kennen lernen.

Dagegen hat **Homburg** (1878) veränderte Bestockungsformen für die intensive Nutzholzzucht in den deutschen Waldungen befürwortet, die wir hier zu würdigen haben. Homburg will vor allem wuchskräftige Nutzhölzer zum Ueberhalt heranziehen — 35 schlank erwachsene Buchen, 60—70 Lichthölzer, nicht ganz so viel Fichten und Weißtannen per Hektar — und diese Oberständer die doppelte Abtriebszeit des Unterstandes, die auf 60—80 Jahre angegeben wird, erreichen lassen. Es sind deshalb bei den Durchforstungen die wuchskräftigsten Nutzholzstangen und Stämme vorsichtig freizuhauen; im übrigen ist der mäßige Schlußstand nicht zu beeinträchtigen. Im 70. Jahr wird der Vorbereitungsschlag gestellt und im 90. Jahr der Abtriebsschlag geführt. (Homburg hat vorzugsweise eine Grundbestockung von Buchen im Auge.) Die standkräftigen und wohlausgebildeten Oberständer werden in der oben angegebenen Zahl belassen bis dieselben die doppelte Umtriebszeit erreicht haben. Auf gutem Boden sollen in die haubaren Buchen-

bestände noch vor den Verjüngungshieben Eichen und Weißtannen, Eschen, Ahorn und Ulmen, später Fichten, Lärchen, Weymouthskiefern in Horsten von ca. 16 m Durchmesser (bis 2 a Größe) eingebracht werden.

Der Schwerpunkt dieses Verfahrens liegt offenbar in der Starkholzzucht durch den Ueberhaltbetrieb; einzelne, besonders wuchskräftige und für diesen Zweck zu pflegende Stämme sollen die doppelte Umtriebszeit fortwachsen. Wir haben indessen schon im vorigen Abschnitt gesehen, daß es keineswegs nutzbringend ist, die Hauptmasse der Bestockung geschlossen zu erhalten und mit 60—80jähriger Umtriebszeit fast lediglich als Brennholz zu benutzen. Es ist nicht rätlich, nur einzelne Stämme als Starkholz zu züchten und es ist nicht notwendig, die Nutzholzstämme so lange wachsen zu lassen, bis sie 120—160 Jahr alt geworden sind. Vielmehr sind zumeist 80 bis 100jährige Umtriebszeiten genügend, wenn man den Stämmen, welche den Haubarkeitsbestand bilden, rechtzeitig einen ausreichenden Wachsraum zukommen läßt. (Vgl. achten Abschnitt.)

III.

Die Rückkehr zu plänterartigen Bestockungsformen.

In der neuesten Zeit ist, wie schon ad I bemerkt wurde, in der Forstlitteratur die Gleichwüchsigkeit und Gleichförmigkeit der Hochwaldbestände lebhaft bekämpft worden. Die **Durchbrechung der Gleichwüchsigkeit der Holzbestände** durch verschiedenalterige Gruppen und Horste ist, so sagt man, nunmehr die vornehmste waldbauliche Aufgabe geworden. Man glaubt dem wirren Durcheinander der Bestockungsformen im ungeregelten Plänterwald eine besondere, leider nicht genau präzisierte Leistungsfähigkeit beimessen zu können. Haußegger, Werneburg, Bernhardt, die thüringschen Forstwirte u. a. empfehlen den Plänterbetrieb für die Nachzucht der edlen Laubhölzer und der Tannen, namentlich auf den ärmeren Böden. Karl Gayer hat, wie S. 233 kurz angedeutet wurde, diesem dunklen Gefühl einen rückhaltlosen, kräftigen Ausdruck gegeben und damit eine Bewegung hervorgerufen, die vielleicht ebenso tonangebend in der Forstlitteratur werden wird, wie die Diskussion der Preßlerschen Hypothesen über die Steigerung des „Bodennutzeffekts“.

In welcher Weise ist diese Durchbrechung der Gleichwüchsigkeit der jetzigen Hochwaldbestände begründet und gerechtfertigt worden?

Die Gayerschen Vorschläge gravitieren in der Begründung der Femelschlagform, der femelartigen Hochwaldform und der (echten) Plänterform. Bei der zuerst genannten Bestockungsform, bei der Verjüngung der hiebsfähigen Bestände durch die (schon im dritten Abschnitt angeführten) Vorbereitungs-, Besamungs- und Auslichtungsschläge, kann man allerdings den Lichtungszuwachs benutzen, aber lediglich accessorisch, indem man den Verjüngungszeitraum — wie bisher schon bei der Weißtanne, siehe oben — auf 30—40 Jahre verlängert. Der Nachwuchs geht im vollen Kronenschluß durch die Perioden des Stangen- und Baumholzes seiner Weiterentwicklung und schließlichen Reife entgegen. Die Bestände verbringen die weitaus überwiegende Zeit ihres Daseins im Kronenschlusse. Bei der femelartigen Hochwaldform, „wenn sich einem gleichalterigen oder nahezu gleichalterigen Grundbestande mehrere oder viele Horste, Gruppen anderer Holzarten beimengen, die mehr oder weniger erhebliche und verschiedene Altersdifferenzen unter sich wie gegenüber dem Grundbestande haben," soll nicht nur die gleichalterige Grundbestockung, es sollen auch die anderen Holzarten, die in diese Grundbestockung horst- und gruppenweise eingestellt werden, im Kronenschluß aufwachsen. In der echten Femelform, in der „alle überhaupt möglichen Altersstufen, von der einjährigen Samenpflanze bis zum Starkholzbaum, in einzelner, vorzüglich aber horstweiser Mengung, und zwar allzeit und dauernd vertreten sind", werden zwar „die Ansprüche, welche die Altersstufen an den Existenz- und Ernährungsraum des Bestandes machen, das Auseinandertreten der erwachsenen Bäume oder Baumgruppen in mehr oder weniger räumiger Verteilung bedingen". Das geschieht im geschlossenen Hochwald gleichfalls. Es ist auch nicht ganz verständlich, wie den „zu Starkholzstämmen sich allmählich herausarbeitenden Individuen die Möglichkeit einer besseren Kronenbildung" gewährt werden soll, wenn sie „bis zum Stangenholzalter im Schlusse erwachsen", nur den „durch die Holzart bedingten Lichtzufluß" genießen und sich später „allmählich herausarbeiten" müssen. Lichtstellungen werden, wie Gayer sagt, in der Regel nur zum Zwecke

der Verjüngung vorgenommen, wenn sie auch über die Bedürfnisse derselben mehr oder weniger durch Ueberhalten von wuchskräftigen Stangen und Stämmen ausgedehnt werden. Vollen Lichtwuchs können nur die im Ueberhaltbetrieb belassenen einzelnen Stämme erreichen, aber dieselben sollen „häufig horst- oder gruppenweise zusammenstehen". Wenn man Bodenschutzholz anbauen wolle, so sei es in der Regel wünschenswert, daß der Unterbau den vorwüchsigen Bestand ohne Unterbrechung unterstellt.

Wenn wir auf die Beweisführung im vorigen Abschnitt zurückblicken, so ist vor allem zu fragen, ob bei dieser wechselvollen, mit großem Spielraum in jeder Richtung ausgestatteten Gruppen- und Horstwirtschaft die freie Kronenentwicklung der Waldbäume, die wir als die wichtigste Triebkraft der Massen- und Wertproduktion erkannt haben, grundsätzlich erstrebt werden soll und erfolgreich durchgeführt werden kann. Man kann nicht sagen, daß die Ungleichwüchsigkeit der einzelnen Bestandsteile der alleinige Zweck der Holzproduktion sei. Man kann auch nicht sagen, daß der Wassergehalt des Bodens lediglich durch Gruppen und Horste erhalten werden könne. In dieser Richtung wirkt sicherlich der dichte Unterwuchs, den Seebach in den gelichteten Buchenbeständen bei Uslar erzielte, ungleich kräftiger.

Ich habe schon im fünften Abschnitt die Zusammenstellung der Waldbäume in Gruppen ꝛc. aus dem Gesichtspunkt der Massenproduktion betrachtet und dieselbe keineswegs ratsam, vielmehr ebenso unnötig, als schadenbringend gefunden. Wir wollen nunmehr untersuchen, ob diese Form der Waldbestockung hinsichtlich der Beförderung des Wertertrags und der ausgiebigen Gewinnung der brauchbaren Nutzhölzer das Höchsterreichbare leistet.

Wenn man die jetzt auf großen Flächen getrennt stehenden Altersklassen verteilt in ein Konglomerat von größeren und kleineren Gruppen und Horsten, die in ähnlicher Weise fortwachsen, wie die großen Bestände, so bleibt offenbar im Innern der Gruppen und Horste „alles beim alten". An den Rändern wird zwar Lichtwuchs erzeugt, aber hier in Verbindung mit excentrischem Wuchs, mit Schnee- und Eisbeschädigung u. s. w. Die Horste ꝛc. dürfen,

wie wir schon im fünften Abschnitt gesehen haben, nicht zu klein werden. Innerhalb dieser gleichwüchsigen Horste muß sich der Haubarkeitsbestand, Stamm gegen Stamm und Krone gegen Krone kämpfend, in gleicher Weise herausarbeiten, wie der Haubarkeitsbestand bei der bisherigen Erziehung. Für die Erntezeit dieser Gruppen und Horste gilt dasselbe, was wir für die geschlossenen Bestände auf größeren Flächen bemerkt haben. Wenn in einer Waldung 100 ha 80jährige Bestände in Summe vorhanden sind, so ist es ganz gleichbedeutend für die Feststellung der Umtriebszeit, ob diese 100 ha sich auf drei 20, 30, 50 ha oder auf fünfzig je 2 ha oder auf 200 je 1/2 ha große Bestände verteilen, denn hier wie dort sind die Stämme mit der weitaus überwiegenden Zahl im dichten Kronenschluß aufgewachsen. Will man aber die Horste ungleichartig und ungleichförmig im Innern gestalten, so ist, wie wir sehen werden, die Zerlegung der heutigen Hochwaldbestände in Bestockungsformen, die den alten Plänterwald mit allen seinen Nachteilen wieder verjüngen würden, nicht nötig. Man braucht, wie unten dargelegt werden wird, die ungleichwüchsige Bestockungsform nicht grundsätzlich zu vermeiden, man kann sie, wenn sie durch die konkrete Bestandsbeschaffenheit dargeboten wird, sogar nutzbringend verwerten — aber man hat sie, wie es mir vorläufig scheint, nicht grundsätzlich und planmäßig einzubürgern.

Es ist ersichtlich, daß diese neuen Vorschläge nicht begründet worden sind, indem man die Leistungsfähigkeit der Bestockungsformen für die Produktion von Gebrauchswerten — und zwar in der erreichbar kürzesten Zeit — vergleichend untersucht und hierdurch die Leitsterne gefunden hat. Die Einwirkung der Bestockungsform auf die Reifezeit der Waldbäume — dieser volkswirtschaftlich so überaus wichtige Umstand — ist überhaupt nicht diskutiert worden*). Ausgehend von dem Grundsatz, daß die Erhaltung der Produktionsthätigkeit des Waldbodens die vornehmste Aufgabe des Waldbaues sei, will man durch ein beliebiges Konglomerat von

*) Die Starkholzzucht in den deutschen Waldungen findet schon durch die Verbrauchsansprüche eine Grenze — ganz abgesehen von der Erhöhung des Reineinkommens. Ueber 35 cm starke Stämme sind, wie wir gesehen haben, den Sägmühlen keineswegs angenehm.

ungleichalterigen Gruppen und Horsten den Windzug über den Boden, der die Baumhölzer durchzieht, hemmen. Das ist sicherlich beachtenswert; aber die Bewegung der Luft ist selbst dann eine sehr rasche, wenn sich kein Laubblatt bewegt — sicherer wird die unmittelbare Beschattung des Bodens der Baumholzbestände sein, die wir später erörtern werden.

Man hat außerdem mehrfach die Untermischung der Holzgattungen in Form von Horsten und Gruppen warm befürwortet, weil diese Bestockungsform die Anzucht der Holzgattungen, die ungleich im Höhenwuchs und Lichtbedarf sind, ohne menschliche Unterstützung gestattet. Ich habe zwar schon diese Wirkung der Horstform im fünften Abschnitt genügend gewürdigt, aber ich will doch, der Vollständigkeit halber, wiederholen, daß diese Hilfeleistung nur für die Eiche im Buchenwuchs und möglicherweise für die Weißtanne erforderlich ist. Die Eiche ist indessen auf der Gesamtfläche der geeigneten Bodenteile in reinen Beständen zu züchten, die rechtzeitig (mit beginnender Lichtstellung) unterbaut werden. In gleicher Weise sind Eschen, Ulmen, Ahorn ꝛc. in einer Schutzholzbestockung von Rot- und Hainbuchen zu erziehen. Lärchen, Kiefern und Fichten sind raschwüchsiger, als die zuletzt genannten Holzarten; sie lassen sich im Einzelstande aufbringen und brauchen die Horstform zu ihrem Schutze nicht. Man hat nur bei der Verjüngung zu überwachen, daß sich diese Nadelhölzer nicht zu stark eindrangen und zu weit vorwachsen und muß, wie wir unten sehen werden, das richtige Verhältnis in der Stammstellung durch rechtzeitige Einpflanzung der Nadelhölzer und durch Anwendung der Axt bei der alsbaldigen Ausläuterung herstellen. Es bleibt sonach nur die Weißtanne übrig; es ist wahrscheinlich, daß dieselbe von der Buchengrundbestockung bedrängt wird, wenn sie einzelständig ohne Höhenvorsprung eingemischt ist. Die Weißtanne wird zwar in den meisten Fällen durch die rascher wüchsige Fichte ersetzt werden können. Allein auch bei der Anzucht der Weißtanne kann die horst- und gruppenförmige Stellung derselben nur dann in Frage kommen, wenn der Waldeigentümer die geringen Kosten des Freihiebes der Weißtannenkronen im Dickungs- oder im Buchengertenholzalter nicht aufzubringen vermag. Aber der Schutz, den der Horst den Mittelstämmen gegen das Ueberwachsen der Buche gewährt, würde

sowohl bei der Weißtanne, wie bei der Lärche, Fichte, Kiefer, Eiche ꝛc. viel kostspieliger werden. Man müßte auf Freiwüchsigkeit innerhalb des Horstes und damit nicht nur auf den oben betrachteten Zuwachsgewinn, sondern auch auf alle Vorteile des Mischwuchses verzichten, denn kleine Horste und Gruppen versagen erfahrungsgemäß den Erfolg. Man könnte das Nadelholz nicht gegen Insekten und Schneedruck durch Beimischung von Laubholz in gleicher Weise schützen, wie durch die Erziehung einzelständiger vollsaftiger Nadelholzstämme, deren Fuß vom Laubholz umgeben ist. Der Schneedruck würde, wie die Erfahrungen im westfälischen Gebirgsland und in Sachsen beweisen, durch die ungleichmäßige Beastung, die sich an den Rändern der ungleich hohen Horste herstellen wird, vermehrt werden. Alle einseitig beasteten Stämme, namentlich an den Rändern älterer Nestbruchlöcher wurden, wie oben erwähnt, stärker beschädigt, als gleichmäßig beastete Stämme. Die Widerstandskraft gegen Stürme wird sich schwer herstellen und erhalten lassen. Allerdings werden sich die Randstämme der jeweils ältesten, am meisten vorgewachsenen Horste dichter beasten, als die Stämme im Innern der Horste; sie werden auch nach der Windseite einen Waldmantel bilden. Man muß, so wird man sagen, diese Randstämme bei den Durchforstungen möglichst zu erhalten suchen — auch wenn sie von den Nachbarstämmen überwachsen werden. Allein welche Situation finden die Stürme bei dieser Horstwirtschaft, in principiell ungleichwüchsig und verschiedenalterig gestalteten Beständen, wenn in einer Abteilung *die ältesten Horste gehauen* worden sind und der Bestand überall durchlöchert worden ist? In den oft wenig jüngeren, seitlich beengt und gedrängt (ohne Buschbildung) aufgewachsenen Horsten werden die einströmenden Stürme schlanke Stämme mit hochangesetzten Kronen finden, die hinsichtlich ihrer Widerstandskraft keinen Vergleich aushalten mit den Stämmen, welche durch frühzeitige Lichtungshiebe gekräftigt worden sind. Man wird infolge dieser Löcherwirtschaft die Erfahrungen wiederholen, welche im vorigen Jahrhundert im Femelwalde hinsichtlich der Sturmverheerungen gemacht worden sind.

Aus diesen Gründen vermute ich, daß die Rückströmung, die im deutschen Waldbau augenscheinlich begonnen hat, eine andere Richtung aufsuchen darf.

IV.

Die zukünftigen Aufgaben.

Im sechsten Abschnitt habe ich den Beweis zu führen gesucht, daß die intensive Nutzholzwirtschaft, die in den größeren forsttechnisch benutzten Waldungen, ihren Schwerpunkt in der Produktion von Bretterklötzen und hinlänglich starkem Bauholz zu suchen hat, bei der gebräuchlichen Erziehung der Holzbestände im dichten Kronenschluß nicht ohne eine sehr wesentliche, volkswirtschaftlich durchaus unzulässige Erhöhung der bestehenden Umtriebszeiten ermöglicht werden kann. Ich habe dargelegt, daß die Erziehung der Waldbäume in einem richtig bemessenen Lichtstande eine ungleich höhere Leistungsfähigkeit für die Nutzholzproduktion entwickeln wird, wie die bisher übliche Erziehung im Kronenschlusse. Und diese Nutzleistung wird keineswegs durch einen Verlust an der Gesamtproduktion erkauft, der Ertrag wird quantitativ nicht kleiner. Wenn wir zurückblicken auf die im sechsten Abschnitt mitgeteilten, leider noch nicht genügenden, aber fast durchweg komparativen und darum völlig beweiskräftigen Untersuchungen, so drängt sich uns mit zwingender Gewalt die Erkenntnis auf, daß ein einfaches Naturgesetz den Baumwuchs regelt — die Arbeit der hellen Lichtstrahlen in der kohlensäurehaltigen Luft steigt und fällt mit der Blattmenge, welche dieser Arbeit als Werkstätte im Walde dargeboten wird. Auf einer gegebenen Fläche vermögen nur dann die Waldbäume die größte Masse des dauerhaftesten, trag- und brennkräftigen Holzes zu erzeugen, wenn ihre Kronen im vollen Genuß der hellen Beleuchtung stehen. Aber die Waldbäume müssen hierbei in allen Wachstumsperioden so nahe aneinander gerückt werden, daß kein zu großer Luft- und Bodenraum unbenützt bleibt. Das Maximum der Wertproduktion ist für gleiche Schirmflächen durch örtliche Untersuchungen festzustellen.

Die Forstwirte haben bisher augenscheinlich — neben der Beschützung des Bodens, die sich auch auf anderem Wege in viel besserer Weise sicher stellen läßt — auf die Anzucht dünner, kerzen-

förmiger, schlanker, langer Baumschäfte besonderen Wert gelegt. Das war ein Irrtum, welcher der deutschen Nation teuer zu stehen gekommen ist. Die Nutzholzkonsumtion verlangt selten lange Baumschäfte, sondern vor allem kurze und dicke Sägeklötze. Indessen — wenn die Forstwirte besonders schöne und besonders wertvolle Nutzholzstämme erziehen wollten, so haben sie regelmäßig ihre Zuflucht zum Lichtstand genommen — im Schwarzwald bei der Tanne, im Spessart und in Hannover bei der Eiche, im Hauptsmoor nächst Bamberg bei der Kiefer u. s. w.

In der Jugendzeit bedürfen die Holzbestände eine gewisse seitliche Beschränkung der Kronenausbreitung. Einzeln stehende Holzpflanzen dehnen sich mit ihrer Krone überübermäßig in die Breite, sie werden buschförmig, verkrüppeln und verbutten. Aber diese Wirkung scheint in erster Linie durch die Austrocknung des Bodens verursacht zu werden; man kann nicht behaupten, daß der enge Kronenschluß Bedingung für den lebhaften Höhenwuchs sei, wie wir nicht nur durch die im fünften Abschnitt mitgeteilten vergleichenden Messungen erfahren haben, sondern auch täglich in weitständigen Pflanzungen im Gegensatz zu übermäßig dichten Saaten 2c. sehen können. Der Kronenschluß ist in erster Linie wegen des Bodenschutzes nicht zu entbehren. Man darf auch vermuten, daß die Holzpflanzen bis zum 20. bis 25. Jahre in einer Entfernung, die 1—1½ m betragen darf, hinlänglichen Raum für die Kronenentwicklung finden und bei dem lebhaften Höhenwuchse von der seitlichen Kronenspannung nicht tiefgreifend benachteiligt werden.

Wenn indessen das genannte, örtlich nach der Bodengüte näher zu bestimmende Alter erreicht ist, wenn die Kronenspannung das sog. Reinigen des Bestands herbeizuführen beginnt, dann ist eine Oeffnung des Kronenraums dringend geboten. Der praktische Forstmann wird jedoch sagen: wie kann diese Auslichtung in den Dickungen und schlanken Gertenhölzern gefahrlos und mit den im gewöhnlichen Forstbetriebe vorhandenen Arbeitskräften und Geldmitteln vollzogen werden? Die Antwort liegt nahe: man muß die erste Durchforstung nach anderen Grundsätzen ausführen lassen, als bisher;

sie hat im „Kronenfreihieb“ der zur Bildung des Haubarkeitsbestands befähigten Nutzholzstangen ihren Schwerpunkt zu suchen, ohne den Kronenschluß des Nebenbestands zu unterbrechen.

Der Forstmann hat zu bedenken, daß lediglich die Stämme, welche zur Haubarkeitszeit den Nutzholzbestand bilden, beachtet und gepflegt zu werden verdienen. Alle andern Gerten, Stangen und Stämme kommen, wie ich im vorigen Abschnitt ausführlich nachgewiesen habe, hinsichtlich ihrer Wertproduktion nur sehr untergeordnet in Betracht; sie haben fast lediglich die Aufgabe, den Boden und den aufwachsenden Haubarkeitsbestand zu schützen — den letzteren, indem sie eine Reserve für etwaige Verluste so lange bilden, bis die vorwachsenden Stämme durch eine stufige Schaftbildung, durch die am oberen Schafte etwas tiefer herabgehende Krone (die dem Winde eine geringere Hebelkraft darbietet), und durch eine kräftige Bewurzelung widerstandskräftig gegen Stürme, Schneedruck, Rauhreif 2c. geworden sind und durch Saftfülle dem Insektenfraß begegnen können.

Indem ich nachstehend die wahlwürdigen Richtpunkte der Holzzucht im **Lichtwuchsbetriebe** erörtere, will ich keineswegs die sofortige und allgemeine Einbürgerung dieser Modifikation des bisherigen Hochwaldbetriebs befürworten. Aber es ist nach meiner Ueberzeugung die nächste und wichtigste Obliegenheit jedes denkenden und vorwärts strebenden Forstwirts, vergleichungsfähige Probeflächen mit verschiedenen Auslichtungsstufen in allen Teilen seines Forstbezirks (auf Nord- und Ost-, wie auf Süd- und Westseiten, im Flachland, wie in Berglagen, auf trockenen und verarmten, wie auf lockeren und feuchten und humusreichen Böden, in Fichten- und Tannen-, wie in Eichen-, Kiefern- und Buchenbeständen u. s. w.) ohne jeden Verzug anzulegen und nicht nur die Holzproduktion hier und in den angrenzenden geschlossenen Beständen zu messen und zu vergleichen, sondern auch die Rückwirkung des Auslichtungsgrads auf den Bodenzustand und namentlich den Unkrautwuchs, auf die Beschädigungen durch Wind, Schnee-, Duft- und Eisanhang 2c. scharf zu beobachten, um nach

5 oder 10 Jahren die örtlich maßgebenden Richtpunkte sicher beurteilen zu können. Ich habe die Leistungen der bisherigen Bestandserziehung für die Nutzholzproduktion genügend gewürdigt, um sagen zu dürfen: die alten Wege genügen in der Jetztzeit nicht mehr, neue Wege sind ohne Zweifel aufzusuchen. Die volkswirtschaftlichen Ziele des deutschen Waldbaues werden durch die Gruppen- und Horstwirtschaft, die wir ad III kennen gelernt haben, ebensowenig erreicht werden, als durch die bisherige Hochwaldzucht. Es erscheint mir unbestreitbar, daß die freiständige Erziehung der Waldbäume zukünftig den Grundcharakter der deutschen Holzzucht bilden wird.

Die Vorbereitung dieses Lichtwuchssbetriebs beginnt schon bei der Begründung der Bestände; wir haben die Einpflanzung der Haubarkeitsstämme in eine Schirmbestockung von Buchen und Hainbuchen schon im fünften Abschnitt (S. 159) besprochen und werden wiederholt darauf zurück kommen. Im jugendlichen Leben der Holzbestände — einerlei ob dieselben in dieser plangemäßen Weise begründet, oder rein oder in beliebiger Untermengung aus natürlichen Verjüngungen oder Saaten und Pflanzungen hervorgegangen sind — ist das wirksamste Mittel für die Durchführung dieses Lichtwuchsbetriebs:

1) Der Kronenfreihieb in Verbindung mit der ersten Durchforstung, überhaupt zur Zeit der beginnenden Reinigung der Holzbestände.

Bis zum 25—35jährigen Bestandsalter (nach Holzart und Bodengüte verschieden) ist, wie wir gesehen haben, eine Erweiterung des Kronenraums bei den Holzpflanzungen in 1—1 1/2 m Verband, welche die Regel bilden sollten, weder notwendig, noch rätlich. Nach dieser Zeit haben bisher die Durchforstungen fast lediglich diejenigen Gerten, Stangen und Stämme entfernt, die an dem Kampfe, welchen die Waldbäume im Kronenraume der dicht geschlossenen Waldbestände führen, nicht mehr teilnehmen konnten — die übergipfelten, unterdrückten, halb und ganz trockenen Stangen und Stämme. Die Forstwirte haben sich bisher bei den Zwischennutzungen im wesentlichen auf die Bestattung der Toten beschränkt. Ohne menschliche Beihilfe haben sich die verbliebenen Stangen und Stämme eine gewisse Erweiterung des Wachsraums erkämpfen müssen. Es kann offenbar in keiner Weise gefahrbringend sein, wenn

man diesen Wachsraum für die nächsten 5 oder 10 Jahre künstlich öffnet. Wir haben gesehen, daß die Stangen, die den Schnee abschütteln können, widerstandskräftiger gegen Schneedruck werden, wie schlanke Stangen im dichten Kronenschluß. Und da diese Oeffnung des Kronenraums nur für einen Bruchteil der Gesamtstammzahl, d. h. für die kräftigsten Stangen, welche den Haubarkeitsbestand bilden sollen, notwendig ist, so kann die Verflüchtigung der Bodenfeuchtigkeit kaum in Frage kommen.

Die Waldbäume zeigen hinsichtlich der Erweiterung des Wachsraums, welchen sie sich im dichten Kronenschluß während der verschiedenen Altersperioden erkämpfen, ein charakteristisches Verhalten. Wenn man den Wachsraum, den die dominierenden Stämme von Jahrzehnt zu Jahrzehnt in den geschlossenen Beständen einnehmen, nach der Quadratform ausdrückt und die Quadratseite des Wachsraums vergleicht, so ergeben sich nach den bisherigen Untersuchungen keine sehr wesentlichen Unterschiede. Die zehnjährige Erweiterung der Standraumsseite schwankt nach den Untersuchungen von Th. Hartig, R. Hartig, Baur, Weise und Lorey bei mittlerer Bodengüte in Fichten- u. Buchenbeständen zwischen 30 und 40 cm per Jahrzehnt
und in Kiefernbeständen „ 40 „ 50 „ „ „
Wenn indessen dieser Wachsraum im Anfang des Jahrzehnts künstlich geöffnet wird, so werden selbstverständlich die Stangen und Stämme ihre Kronen weiter ausdehnen, als im dicht geschlossenen Bestande, in dem sie sich allmählich den Wachsraum erkämpfen müssen. Freiständige, im Mittelwalde erwachsene Fichten und Kiefern gewinnen in je 10 Jahren nach den Untersuchungen des Verfassers teils nahezu, teils etwas mehr als die doppelte Astverbreitung der Schlußstämme. Nach den bis jetzt vorliegenden, allerdings noch unvollkommenen und zu ergänzenden Untersuchungen würde für eine 10jährige freie Kronenentwicklung eine Erweiterung der Standraumseite von ca. 60 cm genügen — d. h. es wäre um jeden Freistamm ein Ring von 60 cm Breite frei zu hauen. Der Kronenfreihieb hat sich, wie gesagt, auf die Stämme, die den Haubarkeitsbestand bilden sollen, zu beschränken, denn nur diese verdienen beachtet und gepflegt zu werden. Im 100jährigen Alter sind in geschlossen erwachsenen Fichtenbeständen auf mittelgutem Boden 600 bis

800 dominierende Stämme per Hektar und in 90jährigen Kiefernbeständen 500—700 dominierende Stämme per Hektar vorhanden. Dagegen werden völlig frei erwachsene Kiefern und Fichten schon im 70—80jährigen Alter viel größeren Wachsraum einnehmen; je nach der Bodengüte werden 200—400 Stämme per Hektar lockeren Kronenschluß bilden. Lärchen und Eichen werden sich ähnlich wie Kiefern, und Tannen ähnlich wie Fichten verhalten.

Als Ziel wird man der Nutzholzwirtschaft in den deutschen Waldungen die Bildung eines Haubarkeitsbestands, in dem die (vom 25. bis 35. Jahre an) freiwüchsig erzogenen Nutzholzstämme mit einem durchschnittlichen Brusthöhendurchmesser von ca. 30 cm die Fläche voll bestocken, voranstellen dürfen. Dieses Ziel wird je nach der Standortsgüte (ganz trockener und armer Boden ausgeschlossen) zwischen dem 60- und 80jährigen Baumalter erreicht werden, wenn man in den 25—35jährigen Beständen 450 bis 500 Stämmen in gleicher Entfernung den für die freiständige Entwicklung erforderlichen Wachsraum gibt und diesen Wachsraum später sorgsam erhält.

Der erste Kronenfreihieb hat hiernach die wuchskräftigsten Stangen und Stämme in einer mittleren (Quadrat-)Entfernung von 4,5—5,0 m (etwa 6 Schritte) aufzusuchen und zu bezeichnen. Rund um diese Stämme ist ein ringförmiger Wachsraum von etwa 50—70 cm Breite (je nach der Holzart und Bodengüte breiter und schmäler) freizuhauen. Selbstverständlich bieten diese Ziffern nur eine ungefähre — ich möchte sagen theoretische — Richtschnur, denn die kräftigsten und wuchsfähigsten Holzpflanzen stehen in den Waldbeständen (selbst in gleichmäßigen Pflanzungen) keineswegs so regelmäßig, wie man die Figuren auf einem Schachbrett stellen kann. Das Augenmerk ist auf die Freistellung der höchsten und stärksten Stämme in den gleichwüchsigen und reinen Beständen und auf die Freistellung der wertvollsten Holzarten im Mischwuchs zu richten; man hat bei der Auszeichnung überall von den stärksten Stämmen auszugehen und hierauf die passenden Zwischenstämme zu bezeichnen, wenn auch die frei zu hauenden Stämme bald einige Schritt näher und bald einige Schritt weiter voneinander entfernt stehen, als der Norm entsprechen würde. Man wird sehr oft die stärksten Stämme

sehr nahe bei einander stehen lassen. Die Auszeichnung ist nicht schwer; aber sie kann nicht in Büchern gelehrt werden und muß dem Augenmaß überlassen bleiben.

Es ist nicht gerade notwendig, daß dieser Kronenfreihieb gleichzeitig mit der ersten Durchforstung vorgenommen wird. Wenn Bestände im starken Gedränge stehen, bevor die Aufarbeitung des übergipfelten und unterdrückten Holzes bei den örtlichen Holzpreisen und Arbeitslöhnen die Kosten deckt, so wird man frühzeitig diejenige Kostenausgabe, welche der Kronenfreihieb erfordert (siehe unten), aufwenden müssen. Ich befürchte, daß in einigen Jahrzehnten derartige Fälle in Deutschland nicht mehr selten sein werden und der Kronenfreihieb das einzige Mittel bleibt, um gebrauchsfähige Nutzholzstämme in kurzer Zeit heranzuziehen. Denn schon jetzt müssen in vielen Gegenden Deutschlands die Durchforstungen, welche lediglich geringwertiges Brennholz liefern, unterbleiben, weil der Erlös den Gewinnungskosten nachsteht.

Im genannten Falle bleibt der Zwischenstand, der als Bodenschutzholz und als Treibholz zu wirken hat und 70—85% der Fläche überschirmen wird, unberührt. Aber auch bei gleichzeitiger Ausführung der ersten Durchforstung *sind in diesem Zwischenstand lediglich die unterdrückten, völlig übergipfelten, kränkelnden und absterbenden Gerten und Stangen zu entfernen* — mit besonderer Vorsicht auf trockenem Boden und in Hochlagen. *Der Kronenschluß* muß im Zwischenstand erhalten bleiben. Es muß nicht nur der Boden im tiefen Schatten bleiben und der Luftzug verhütet werden; man muß auch überall Ersatz finden können, wenn der Schnee- und Duftanhang oder der Sturm einzelne Gipfel abbrechen und einzelne Stangen entwurzeln sollte. Die Periode unmittelbar nach dem Kronenfreihieb ist immerhin gefährlich: Vorsichtsmaßregeln können niemals schaden.

Unbedingt nötig ist, daß nicht nur die frei zu hauenden, sondern auch die wegzunehmenden Stämme vor dem Hieb durch ausreichend instruierte Forstschutzbeamte bezeichnet werden (erstere durch einen Teeranstrich oder durch weiße Farbe, die aus einer Mischung von 1 Liter süßen Rahms mit 2 Pfund Zinkweiß — per Pfund 36 Pf. — hergestellt wird). Der Aushieb wird von zuverlässigen Holzhauern im Taglohn vorgenommen. Nach den Erfahrungen des Verfassers erfordert die Auszeichnung des ersten Kronenfreihiebs in 20—25jährigen Nadelholzbeständen im Durchschnitt einen Zeitaufwand von 7 Stunden per Hektar (den Zeitaufwand des Forstschutzbeamten und eines Arbeiters zusammen-

gerechnet), der Aushieb im Taglohn 40 Arbeitsstunden per Hektar und bei einem Taglohnsatz von 1,20 M. einen Kostenaufwand von 4,42 M. per Hektar, wenn keine Aufarbeitung stattfindet. Bei den hiesigen Hauerlohnssätzen übertreffen die Ausgaben für Aushieb und Aufarbeitung im Taglohn nicht die regelmäßigen Gewinnungskosten (1 M. 72 Pf. per Hundert Hopfenstangen, 70 Pf. per Raummeter weiches, gemischtes Prügelholz und 1 M. 14 Pf. per 100 Wellen). Die Holzmasse, die per Hektar gewonnen wird, hat hier durchschnittlich betragen:

780 Hopfenstangen III. Klasse,
31 Raummeter weiches gemischtes Prügelholz, zusammen ca. 31 Festmeter Derbholz. Ferner
14 Wellenhundert.

Der Erlös hat im Vergleich mit den Fällungs- und Aufarbeitungskosten (exkl. Auszeichnung) einen Ueberschuß von 67 M. geliefert. Wenn die Hopfenstangen als Brennholz verwertet worden wären, so würde der Erlös (brutto 1,2 M. per Raummeter und 2,5 M. per Wellenhundert) einen Ueberschuß von circa 56 M. ergeben haben.

Wir haben jedoch, bevor wir weiter gehen, die Frage zu beantworten, ob die Bodenkraft auf diesen ringförmigen Freistellen erhalten bleibt oder sofort nach den Kronenfreihieben Unterbau erforderlich wird. Nach den Erfahrungen des Verfassers ist der Unterbau entbehrlich, wenn schattenertragende Holzarten, wie Fichten, Tannen und Buchen, in der angegebenen Weise freigestellt werden. Das eindringende Licht beleuchtet nur den Kronenraum; die abgestorbenen Nadeln und Laubblätter bleiben feucht und werden nicht vom Winde verweht, der Boden bleibt bedeckt. Selbst bei einer viel stärkeren Lichtstellung, als durch diesen Kronenfreihieb bewirkt wird, selbst bei graswüchsigem Boden bleibt derselbe mit Laub und Nadeln bedeckt oder kahl. Wenn aber auch unter den freigehauenen Stangen ein spärlicher, bald vorübergehender Gras- und Kräuterwuchs entsteht, wenn nur Heide, Beerkräuter, wuchernde Farnkräuter und trockene Angergräser zurückgehalten werden, so ist der Anbau von Schutzholz nicht geradezu erforderlich. Die freigestellten Stangen und Stämme werden bald voll- und dichtbelaubte und -benadelte Kronen bilden, die in wenigen Jahren eine genügende Bodendecke herstellen. Vielfältige Erfahrungen beweisen, daß gerade auf minder produktiven Standorten dichtstehende, schlechtwüchsige Holzbestände nach einer scharf eingreifenden Durchforstung lebhaft und nachhaltig fortgewachsen sind.

Die Frage, ob in reinen Eichenbeständen schon beim ersten

Kronenfreihieb (etwa im 30.—40. Jahre) Unterbau mit Buchen und Hainbuchen stattfinden soll, ist dagegen zu bejahen. In reinen Eichenbeständen ist mit dem Kronenfreihieb eine Durchforstung des Eichenzwischenstandes vorzunehmen. Es wird sich dadurch ein Lichtgrad einstellen oder leicht herstellen lassen, welcher Unterwuchs auf der ganzen Fläche gedeihen läßt. Es kann in manchen Fällen rätlich werden, die erste Auslichtung erst im 40—50jährigen Bestandsalter vorzunehmen und bis dahin lediglich die dürren, unterdrückten und niedergebogenen Stangen zu entfernen. Aber im allgemeinen darf man mit dem Kronenfreihieb und der entsprechenden Durchforstung des Zwischenstandes nicht säumen, sobald die Eichen sich auszulichten beginnen und der Boden sich begrünt.

Noch frühzeitiger, als die Eiche, ist die Lärche auszulichten, wenn sie reine Bestände bildet. Die Lärche darf auch in dem Zwischenbestand nicht im Kronenschluß verbleiben, vielmehr sind die Kronen der besseren Stämme gleichmäßig auf der ganzen Fläche mit einem noch etwas größeren Abstand, als oben angegeben wurde, freizuhauen. Der Unterbau ist gleichfalls über die ganze Fläche auszudehnen.

Wenn reine Kiefernbestände auf einem Boden vorkommen, auf welchem Buchen und Hainbuchen gedeihen, so wird am zweckmäßigsten im 20.—25. oder 25.—35. Jahre der Kronenfreihieb einzulegen und der Zwischenstand nur auf unterdrücktes und übergipfeltes Holz zu durchforsten sein, weil man bei der Kiefer den Schneedruck, Rauhreif 2c. besonders zu fürchten hat und außerdem die allmähliche Freistellung der Nutzholzstämme vorzuziehen ist. Der Unterbau wird auf diesen besseren Standorten in der Regel bis zum durchgreifenden Lichtungshieb, den wir ad 2 betrachten, verschoben werden können.

Wenn aber die Kiefer auf armen und trockenen Böden vorkommt, so ist selbst ein weitgreifender Kronenfreihieb bedenklich. Bei dieser Standortsbeschaffenheit wird ein Unterwuchs, selbst von Fichten, nicht den nötigen Lichtgenuß finden und ohne Unterstützung durch einen (in den Pflanzen reich fließenden) Wasserstrom vertrocknen. Es wird nur erübrigen, bei der ersten Durchforstung der Kiefernbestände den stärksten, kräftigsten Stämmen eine mäßige Erweiterung des Wachsraums zu geben. Indessen sind auch in dieser Richtung in den konkreten Fällen Beobachtungen

anzustellen und vergleichende Untersuchungen vorzunehmen und hiernach ist zukünftig zu verfahren. Für die Nutzholzzucht wird Homburgs **Ueberhaltbetrieb** zu untersuchen sein.

Besondere Wichtigkeit hat der Freihieb der Kronen für die vorhandenen Buchengertenhölzer. Wir haben oben gesehen, daß sich die im Freistand mit der richtigen Stellung erzogenen Buchenbestände, was zunächst die Brennstofferzeugung betrifft, den massenreichen gleichalterigen Nadelholzbeständen gleichstellen, während die Rotbuche im Schluß weit hinter den Kiefern und Fichten zurückbleibt. Hinsichtlich der Nutzholzerzeugung und namentlich der Lieferung von Eisenbahnschwellen leistet selbstverständlich der Lichtwuchsbetrieb erheblich mehr, als die Erziehung im Kronenschlusse. Nach den Erfahrungen des Verfassers haben ferner Buchen über 35 cm Stärke einen beträchtlich höheren Verkaufswert, als schwächere Buchen — solange keine Imprägnierung zu Bahnschwellen stattfindet. Die Behandlung der Buchenbestände beim Kronenfreihieb folgt den oben bei der Fichte erörterten Regeln. Jedoch wird man bei Vergleichung der Werterträge in der Regel den alsbaldigen Anbau von Nadelhölzern auf den Zwischenraum nutzbringend finden und die Buchen demgemäß stärker lichten, wenn kein Umbiegen mehr zu befürchten ist.

Auch die Weißtanne wird in gleicher Weise zu behandeln sein, wie die Fichte. Praktische Erfahrungen bezüglich dieser Holzart mangeln dem Verfasser.

Wenn in schlanken, schwachen Gertenhölzern Umbiegen selbst für die kräftigsten Gerten und Stangen zu befürchten ist, so muß dem Kronenfreihieb die Entnahme des unterdrückten und übergipfelten Holzes geraume Zeit vorausgehen und die Kräftigung des Bestands abgewartet werden.

Diese Kronenfreihiebe werden länger verzögert und leichter ausgeführt werden können, wenn die Schirmbestockung (in der im fünften Abschnitt erörterten Weise) aus Buchen und Hainbuchen gebildet worden ist und die Holzarten, welche den Nutzholzbestand zur Haubarkeitszeit formieren sollen, vereinzelt und etwas vorwüchsig in regelrechter Verteilung eingemischt worden sind.

Man darf übrigens nicht unbeachtet lassen, daß der Erfolg des freieren Standes erst nach einigen Jahren sichtbar werden kann. Wenn auch alle 6—8 Schritte die jeweils stärksten und wuchsfreudigsten Stämme freien Wachsraum für die nächsten zehn Jahre erhalten haben, so werden sie zunächst eine vollere Krone bilden. Erst nach einigen Jahren, wenn sich die Krone aus den schlafenden Augen für die Lichtwuchsproduktion ergänzt hat, wird der Höhen- und der Schaftzuwachs belebt werden.

Der Leser, der bisher nur die Höhenentwicklung der Bestände im Kronenschluß kennen gelernt hat, wird jedoch vor allem fragen, ob infolge dieser Auslichtung keine Verkümmerung des Höhenwuchses zu besorgen ist? Ich darf daran erinnern, daß die Stämme keineswegs aus dem dichten Schluß in vollen Freistand gebracht werden, vielmehr fast nur der Wachsraum, den sich die Stämme selbst erkämpfen, geöffnet wird. Es ist aber im vorigen Abschnitt nachgewiesen worden, daß dieser Kampf den Höhenwuchs nicht befördert, sondern hemmt. Es ist somit keineswegs gerechtfertigt, mit der Auslichtung zu warten, bis die Bestände das angehende Baumholzalter erreicht haben und der Hauptlängenwuchs, wie man sagt, vorüber ist. Die erstmalige stärkere Auslichtung im höheren Alter ist immer, namentlich bei Nadelholzbeständen, mißlich. Man muß dann stärkere Stangen und Stämme mit breiteren Kronen aushauen, die Austrocknung durch Wind und Sonne tritt in stärkerem Maße ein u. s. w. Der rasche Uebergang vom Schlußstand zur völligen Freistellung ist im Waldbau möglichst zu vermeiden.

Die Schaftbildung wird allerdings auch nach den erörterten Kronenhieben eine Hinneigung von der Walzenform zur Kegelform alsbald annehmen. Aber der Schaft der vorwachsenden Stämme wird in kurzer Zeit einen größeren Durchmesser überall, auch in der oberen Hälfte, erlangen. Es wird hierdurch die Ausnutzung desselben zu langem Balkenholz, zu breiten Brettern u. s. w. begünstigt, wie ich hinlänglich nachgewiesen habe. Der Nutzwert kann lediglich dadurch beeinträchtigt werden, daß im oberen Schaftteil etwas stärkere Aeste unbeträchtlich tiefer, wie im Kronenschlusse, einwachsen. Dagegen fällt anderseits nicht nur der höhere Gebrauchswert infolge der gesteigerten Bretter- und Bauholzbreite und -Länge, sondern auch die größere Dauer, Tragkraft, Brennkraft 2c., die für das im Lichtstand produzierte Holz bei den bisherigen Untersuchungen gefunden wurde, in die Wagschale*).

*) Man lasse sich nicht durch Wahrnehmung beirren, daß die Holzkäufer mitunter das breitringige Nutzholz nicht so hoch schätzen, wie das engringige und feinfaserige Holz. Das im Kronenschlusse gezüchtete grobringige Holz ist auf feuchten, humusreichen Böden rasch emporgewachsen und hat allerdings eine

Vor allem ist aber die frühzeitige Erstarkung der Haubarkeitsstämme herbeizuführen, damit dieselben alsbald widerstandskräftig gegen Windwurf, Schneedruck und Duftanhang werden. Die Verheerungen durch Wind und Schnee, die im vierten Abschnitt (ad I, 4) erörtert worden sind, haben sich fast lediglich auf die geschlossenen Hochwaldungen erstreckt; die Mittelwaldungen bleiben vom Windwurf, Schneedruck und Insektenfraß fast völlig unberührt. Der stufige Schaftwuchs und die kräftige Bewurzelung und die Verringerung der Hebelkraft durch den tieferen Kronenansatz macht die Freistämme alsbald widerstandskräftig. Selbst die flachwurzelnde Fichte widersteht im Mittelwalde den heftigsten Orkanen. Und diese Erstarkung wird gefahrlos herbeigeführt! In den 20—30jährigen Beständen ist bei der mäßigen Freistellung, die wir oben betrachtet haben, kein erheblicher Windwurf zu befürchten — selbst nicht in Fichtenbeständen, die den Stürmen exponiert sind. Schneedruck wird diese freistehenden Stämme, wie oben nachgewiesen worden ist, weniger beschädigen, als dicht geschlossene Gerten- und Stangenhölzer.

2) Behandlung der Holzbestände nach dem ersten Kronenfreihieb.

Wenn in mehreren schneereichen Wintern die frei gehauenen und vorwachsenden Stämme nur unwesentlich beschädigt worden sind — wie es nach meinen Erfahrungen mit Sicherheit zu erwarten ist —, so ist die fernere Widerstandskraft dieser immer stufiger werdenden Lichtwuchsstämme nicht mehr zu bezweifeln. Die nächste Lichtung hat in der Regel einzutreten, wenn sich die Astzweige der Lichtwuchsstämme mit den Astspitzen der Stämme des Schirmholzes berühren — gewöhnlich im 30.—40. Jahr, auf ärmeren Boden und bei langsam wüchsigen Holzarten im 40.—50. Jahre. Sie wird sich hauptsächlich nach den örtlichen Absatzverhältnissen richten können.

a. Wenn Hopfenstangen, Grubenhölzer, überhaupt Nutzstangen bis 18—20 cm Brusthöhendurchmesser nicht mit größeren Massen absatzfähig sind, sondern lediglich

---

geringere Güte, als das auf ärmeren Böden langsam erwachsene Holz. Dagegen werden die Mittelwaldeichen mit breiten und dabei sehr ungleichen Jahresringen wegen ihrer Holzgüte nicht beanstandet.)

als Brennholz Verwendung finden, so ist in Verbindung mit dem **zweiten Kronenfreihieb** der Lichtwuchsstämme eine durchgreifende **erstmalige Lichtstellung des Zwischenstands** vorzunehmen und der Boden mit Schutzholz zu versehen. Man hat zu berücksichtigen, daß Stämme von 20—30 cm Durchmesser in Brusthöhe als geringes Bauholz, Holländerpfähle 2c. in der Zukunft fast überall verwertet werden können und deshalb der Zwischennutzungsbetrieb vor allem dieser Richtung der Produktion Wert beizulegen hat.

Die Schlagauszeichnung geht von den Lichtwuchsstämmen aus. Sie soll denselben, theoretisch betrachtet, zunächst einen weiteren ringförmigen Wachsraum von 50—70 cm öffnen. Hierauf wird den kräftigsten, wuchsfähigsten Stämmen des Zwischenstandes freier Wachsraum für eine nach den örtlichen Verhältnissen, welche die Wiederkehr des Hiebes beeinflussen, zu bemessende Wachstumszeit gegeben. Die Auszeichnung der Stangen sucht einen Lichtgrad, wie im Buchenbesamungsschlage, herzustellen.

Man könnte zwar diese Auszeichnung schärfer normieren, als es hier geschehen ist. Wenn Bauholzstämme 2c. mit einer Brusthöhenstärke von im Mittel 22 cm vor der Nutzungszeit lockeren Schluß bilden sollen, so ist den Nadelholzstämmen bei mittelgutem Boden eine durchschnittliche Entfernung von 3—4 m zu geben (bei der Buche 4—5 m) und es ist eine ringförmige Oeffnung von 50—70 cm (auf sehr gutem Boden 70—80, auf minder gutem Boden 40—50 cm) frei zu hauen. Der nunmehr zwischen den Lichtwuchsstämmen ersten und zweiten Grades verbleibende Zwischenstand ist scharf zu durchforsten, damit das anzubauende Schutzholz genügendes Licht findet. Aber bei der Auszeichnung vergißt man alsbald diese theoretische Richtschnur, weil das Augenmaß nach einiger Uebung die geeignete Schlagstellung trifft. Auch bei fehlerhaften Schlagstellungen ist die praktische Folge gewöhnlich eine um wenige Jahre frühere oder spätere Wiederkehr des nächsten Lichtungshiebes.

Sofort nach der Aufarbeitung des Holzes wird die Schirmbestockung von Buchen und Hainbuchen durch Stecksaat in Mastjahren oder durch ballenlose Pflanzung begründet (in Buchenbeständen mit Zuhilfenahme der natürlichen Verjüngung). Auf die größeren Lücken und Blößen werden Fichten, Lärchen und Kiefern angepflanzt. Ueberall werden die nutzholztüchtigsten Holzarten in die Schutzholzbestockung in der oben genannten Entfernung eingemischt, damit derjenige Teil des Schutzholzes, welcher bis zur späteren

Verjüngung prosperiert, die richtige Beschaffenheit für die Bildung des jungen Bestands hat.

Die im fünften Abschnitt erörterte Durchstellung der Schutzholzbestockung mit den Rekruten des späteren Haubarkeitsbestands beginnt sonach schon mit dem ersten Unterbau. Sie ist schon jetzt zu erörtern. Zunächst ist die vorherrschend aus Buchen und Hainbuchen zu bildende Schutzholzbestockung herzustellen. Da in diesen Stangenhölzern natürliche Buchenbesamung nur selten sich einstellen wird, so muß man Saat oder Pflanzung wählen. Regel ist überall die Pflanzung und zwar die Einpflanzung zweijähriger Saatschulpflanzen mit dem Pflanzbeil oder dem Buttlarschen Eisen, die ich im neunten Abschnitt näher darstellen werde. Auch für Hainbuchen ist die Pflanzung sicherer als die Saat. Zur Begründung der Rotbuchenbestockung kann man zwar Mastjahre benützen, indem man die Bucheln einstufen läßt (sog. Stecksaat); man kann auch die jungen Buchen aus benachbarten natürlichen Verjüngungen beziehen. Allein Saatschulpflanzen haben gewöhnlich eine bessere Bewurzelung als die letzteren und kein besorgter Wirtschafter wird den Fortgang der Lichtungshiebe von dem Eintritt eines Mastjahrs abhängig machen. Vielmehr sind ständig die Pflanzenvorräte in Saatschulen nachzuziehen; wenn örtlich keine Bucheln rc. gesammelt werden können, so sind sie anzukaufen. Bei der Wahl der Pflanzenentfernung hat man zu beachten, daß die Hauptrücksicht der baldigen Beschattung des Bodens gebührt und auf die sonstigen Wachstumsleistungen der Schutzholzbestockung kein Wert zu legen ist. Je nach der Bodengüte wird ein Quadratverband von 0,6—0,8 m zu wählen sein. Aber diese Entfernung ist niemals genau abzumessen, vielmehr die Einhaltung derselben in den Reihen dem Augenmaß der Arbeiter (natürlich unter Kontrolle) zu überlassen, während die Streifenbreite, in welcher die Arbeiterkolonne zu gehen hat, abgemessen und der gleichmäßige Gang der Arbeiter überwacht wird. (Bei diesen billigen Pflanzungen kommt die Vermehrung der Kosten infolge des dichten Verbands nicht in Betracht.)

Etwa 4—6 Jahre nach dem Anwachsen der Schutzpflanzen erfolgt die Einpflanzung der Nutzholzbestockung. Saatschulpflanzen werden wieder mit dem Pflanzbeil oder Pflanzeisen, — die Fichten in der Regel 3jährig, die Kiefern 1jährig und die Lärchen 2jährig — zwischen die Schutzholzbestockung und ohne Berücksichtigung der letzteren eingesetzt. Wegen der späteren Pflege dieser Nutzholzbestockung wird man am zweckmäßigsten die Reihenpflanzung wählen und den Reihen die oben festgesetzte Entfernung (im Mittel etwa 6 Schritte), dagegen den Pflanzen in den Reihen einen nach dem Trockenheitsgrad des Bodens zu bemessenden, dichteren Stand geben (etwa 2 bis 3 Schritte). Die überflüssigen Stangen können beim ersten Kronenfreihieb entfernt werden, wenn sie die Erhaltung der Bodenschutzholzbestockung gefährden. Wenn jedoch voraussichtlich Nutzholzstangen mit größeren Mengen absatzfähig sind, so kann man auch die Reihen enger aneinanderrücken; doch ist zu verhüten, daß die Nadelhölzer schon im Stangenholzalter Schluß bilden — eine Reihenentfernung unter 3 Schritt wird selten zuträglich sein.

Die weiteren Auslichtungshiebe beginnen, wenn das Schirm-

holz genügend gekräftigt ist. Sie sind — so weit als örtlich möglich — zu wiederholen, wenn eine die Ausnutzung lohnende Zahl von Stämmen im Kronenraum bedrängt wird. Für den Vollzug derselben ist in erster Linie die Offenhaltung der Kronen der Lichtwuchsstämme maßgebend. Es werden fortgesetzt die Stämme mit eingeengten, eingeklemmten Kronen in erster Reihe entfernt. Im übrigen sind die Regeln bestimmend, welche wir unten für die Auslichtungsschläge im Buchenhochwalde kennen lernen werden. Auf allen Teilen der Fläche muß man das Schirmholz zu erhalten suchen. Allein dieser Erhaltung gebührt keineswegs die gleiche Rücksichtnahme, wie bei den Verjüngungshieben im Femelschlagbetriebe. Man darf nicht vergessen, daß dieses Schirmholz lediglich den Zweck hat, den Boden zu beschatten. Wenn der Schatten des Oberstandes so stark wird, daß das Schirmholz kümmerlichen Wuchs zeigt, so ist die Belebung des letzteren nicht in erster Linie geboten, wenn auch die Erhaltung, wegen Ersparung der Begründungskosten einer neuen Schutzholzbestockung, immerhin berücksichtigungswert bleibt.

b. Wenn dagegen im Absatzgebiet **Nutzstangen**, namentlich Grubenhölzer und Hopfenstangen, mit großen Massen verbraucht werden, so hat man zu bedenken, daß die in den Zwischenstand weitgreifenden Lichtungshiebe diese Stangen sehr zahlreich zu einer Zeit entfernen würden, wo dieselben lediglich als Brennholz zu verwerten sind. Bei diesen Absatzverhältnissen ist zwar der erstmalige Kronenfreihieb des späteren Haubarkeitsbestands erforderlich, denn der letztere liefert in allen Fällen den ansehnlichsten Teil des Ertrags; aber in den Nebenbestand sind im wesentlichen nur die unterdrückten und eingeengten Stämme auszuhauen. Der Kronenschluß ist zu erhalten; allerdings lockerer, als es bisher üblich war. Die Zweigspitzen sollen, wie schon Heinrich Cotta vorgeschrieben hat, nicht ineinandergreifen, sondern sich nur berühren. Bei jedem Durchforstungshiebe ist indessen den Lichtwuchsstämmen, die zur Bildung des Haubarkeitsbestands durch den ersten Kronenfreihieb vorbereitet und inzwischen durch die vorwachsenden Stämme des Zwischenstandes verdrängt und ergänzt worden sind, der benötigte Wachsraum zu geben, bis dieselben allmählich den Zwischenstand verdrängt haben und in Kronenschluß treten.

c. Wenn der Brusthöhendurchmesser der in der einen oder anderen Weise erzogenen Lichtwuchsstämme im Durchschnitt 28—32 cm erreicht hat, was je nach der Bodengüte zwischen dem 60. und 80. Jahre der Fall sein wird, und im wesentlichen die beim ersten Kronenfreihieb freigestellten Stämme übrig geblieben sind (die jedoch oft beschädigt, im Wuchs zurückgeblieben und durch Stämme des Zwischenstands ergänzt sein werden), so bieten sich für die Fortsetzung der Bewirtschaftung zwei Wege dar, die im konkreten Falle näher untersucht werden müssen.

Man kann zunächst die Einzelstämme im vollen Lichtwuchs erhalten, die Kronen tief und ausgiebig beleuchten lassen, indem man die Auslichtungshiebe durch Entnahme der Stämme mit eingeengten, eingeklemmten und bedrängten Kronen fortsetzt (und gleichzeitig Rücksicht auf die Erhaltung der Schirmbestockung nimmt). Man kann die durch die Fällung und namentlich durch die Herausschaffung der Nutzholzabschnitte entstehenden Lücken und Blößen nach jedem Lichtungshieb auspflanzen. Wenn die Lichtwuchsstämme mit der Hauptmasse zu Sägeholz &c. brauchbar geworden sind, und die Räumung des Schlages — nötigenfalls nach Entastung kurz vor der Fällung — vollzogen worden ist, so wird man eine sehr verschiedenalterige Bestockung in der Schutzbestockung haben — bis zu 40—50jährigen Buchen und Hainbuchen mit zwischenstehenden Nadelhölzern u. s. w., in sehr verschiedenen Altersstufen, älteren Samenwuchs und jüngeren Stockschlag, der bei den früheren Fällungen entstanden ist — eine ähnliche Wuchsverschiedenheit, wie in den Weißtannenwaldungen des badischen Schwarzwalds. Nach den vorliegenden Erfahrungen ist es keinem Zweifel unterworfen, daß die bisherige Schirmholzbestockung zur Bildung des zukünftigen Haubarkeitsbestands benutzt werden kann. Zur erfolgreichen Verwirklichung dieses Zwecks ist man nicht verhindert, auch in dem älteren, über 20jährigen Unterwuchs Kronenfreihiebe vorzunehmen — nicht nur gemeinsam mit der Führung des Abtriebsschlages, sondern auch während der früheren Lichtungshiebe, wenn 20—30jährige Fichten, Tannen und (auf den Lücken des Oberstandes) Kiefern, Lärchen, Eichen &c. bedrängt werden von Buchen und Hainbuchen. Es vollzieht sich die Bewirtschaftung in

der bereits geschilderten Weise durch einen neuen Umlauf der Nutzungen. Die lichtbedürftigen Holzarten, namentlich Lärchen, Eichen, Kiefern, werden allerdings, wenn vollkräftige und wuchsfähige Lichtwuchsstämme den Flächenraum in der planmäßigen Weise einnehmen, nur in untergeordneter Weise aufzubringen sein. Aber sehr oft werden größere Blößen entstehen, namentlich beim Aushieb starkkroniger Stämme, man wird auch öfters minderwertige Lichtwuchsstämme, wie Buchen, Birken, Aspen, die bei den Kronenfreihieben in Ermangelung besserer Stämme belassen worden sind, aushauen, ferner krumme, stark beastete Stämme u. s. w. In der Hauptsache werden indessen diese lichtbedürftigen Holzarten auf die beim Räumungsschlage entstehenden Lücken und Blößen einzubringen sein.

Der zweite Weg, der eingeschlagen werden kann, liefert möglicherweise größere Werterträge in den nächsten 20—30 Jahren, wenn auch die Schirmholzbestockung verkümmert und zur Nachzucht nicht benutzbar bleibt. Es ist nämlich sehr wahrscheinlich, daß die Waldbäume, wenn sie volle, dichtbelaubte, kraftvoll produzierende Kronen gebildet haben, eine dichtere Stellung, (als durch die fortgesetzten Lichtungshiebe, die wir oben betrachtet haben, hervorgerufen wird), ohne Verringerung, sogar mit Erhöhung der Wertproduktion (unter sonst gleichen Verhältnissen) ertragen. Es ist wahrscheinlich, daß der Lichtwuchsbetrieb seinen Haupteffekt in der Kronenfreistellung während des Stangen- und angehenden Baumalters findet, daß im späteren Baumalter auch dann, wenn sich die Kronen nähern, eine hinreichende Lichtmenge in die Zwischenräume dieser teils kuppel-, teils pyramidenförmigen Kronen eindringen wird. (Schon im fünften Abschnitt wurde die Untersuchung des Verfassers in derartigen Kiefernbeständen, die einen für den betreffenden Standort staunenswerten Zuwachs konstatierte, mitgeteilt.) Man darf nicht übersehen, daß die späteren Lichtungshiebe die relativ sehr geringe Erweiterung des Standraums, die man höchsten Falls auf 60—80 cm bei freiständigen Buchen und Fichten und auf 80—100 cm bei freistehenden Kiefern annehmen kann, nicht immer einzuhalten vermögen, denn die bei den späteren Lichtungshieben auszuhauenden Lichtungsstämme haben einen größeren Kronenraum, als diesem geringen Zwischenraum entsprechen würde.

Es ist deshalb zunächst durch die örtlichen Untersuchungen, deren Zielpunkte wir in dieser Abteilung lediglich diskutieren, zu ermitteln, ob die vorstehende Vermutung begründet ist. Im bejahenden Falle wird man die Lichtwuchsstämme, wenn sie eine Brusthöhenstärke von etwa 20—25 cm erreicht haben, zusammenwachsen lassen und nur die eingeklemmten und überwachsenen Stämme entfernen. Die Schutzholzbestockung von Buchen und Hainbuchen wird, wenn schattenertragende Holzarten den Oberstand bilden, allmählich eingehen; in den zusammengewachsenen Lichtwuchsbeständen des Sollings sinkt der aus Rotbuchenkernwuchs gebildete Buchenunterwuchs immer mehr herab; er haftet mit seinen Wurzeln nur noch oberflächlich und locker im Boden und läßt sich mit leichter Mühe ausziehen. Erwünschter ist indessen, wenn derselbe noch Stangenholz bildet, wie es namentlich unter einem lichtbedürftigen Oberstand der Fall sein wird, damit man die Pflanzung (nach der Räumung) in den Schutz der verbliebenen Stangen stellen und dem Boden die Feuchtigkeit durch die Stockschläge erhalten kann. (Die Reinigungskosten fallen nicht in die Wagschale.)

In der forstlichen Praxis wird jedoch voraussichtlich, sowohl bei dem einen, wie den anderen Verfahren, bei den letzten Lichtungshieben ein anderer Gesichtspunkt in den Vordergrund zu treten haben. Wir werden im nächsten Abschnitt nachweisen, daß die Waldbäume nationalökonomisch erntereif sind, wenn sie mit der Hauptmasse brauchbares Nutzholz liefern. Man wird deshalb die Räumung dort zu beginnen haben, wo eine genügende Zahl der Lichtwuchsstämme die erforderliche Höhe und Stärke erreicht hat. Der bisherige Abtriebsschlag wird durch partielle, auf der Verjüngungsfläche mehrmals wiederkehrende Hiebe zu vollziehen sein und immerhin einige Jahrzehnte beanspruchen. Auf die Ungleichwüchsigkeit der nachwachsenden Bestockung ist, wie schon oben bemerkt wurde, kein Gewicht zu legen, weil in jedem nachwachsenden Horst der Kronenfreihieb rechtzeitig vollzogen werden kann. Aber sofort, nach jedem partiellen Räumungshiebe ist dafür zu sorgen, daß auf der geräumten Fläche die Nadelhölzer*), die den Haubar-

*) Bei diesem Lichtwuchsbetrieb kann man zwar auch Eichen in einer Buchenbestockung erfolgsicher erziehen, weil man die Kronenfreiheit rechtzeitig zu retten vermag. Allein die Eiche wird immerhin bis zum dreißigsten Jahre mit

keitsbestand der Nachzucht bilden sollen, in richtiger Entfernung vorhanden sind, damit auf den geräumten Stellen keine reinen Buchenbestände nachwachsen. Man muß den Nachwuchs in der oben angegebenen Weise ergänzen. Gleichzeitig hat man die beschädigten jungen Hainbuchen- und Buchenpflanzungen abschneiden und abhauen zu lassen, damit der Stockschlag den Boden beschattet und neue Schirmbestockung durch Saat und Pflanzung von Buchen und Hainbuchen zu begründen.

Die Betriebsart, die ich vorstehend skizziert habe und vorläufig zu Versuchen im Kleinen empfehle, bleibt im Rahmen des bisherigen Hochwaldbetriebs. Die Ungleichwüchsigkeit der Bestockung ist nur Mittel zum Zweck; sie ist nicht der Selbstzweck dieses Bewirtschaftungsverfahrens. Dasselbe unterscheidet sich ebenso tiefgreifend von der Zerlegung der bisherigen Hochwaldbestände in kleinere Teile mit derselben Beschaffenheit im Innern der Teile, als von dem bisherigen Femelschlagbetrieb. Indem der dichte Kronenschluß grundsätzlich sowohl im Innern der Horste, als auf der Gesamtfläche vermieden und lediglich als ein notwendiges Uebel (zur Beförderung der Schaftbildung in der ersten Jugendzeit und wegen Sicherung des Bestands gegen Schneebruch und Duftanhang) beibehalten wird, legt diese Bewirtschaftungsart das Hauptgewicht auf die Ausbildung und Pflege der Nutzholzstämme, die zur Haubarkeitszeit dominieren, und gestattet dadurch die Abkürzung der Umtriebszeit. Die Haubarkeits- (Blochholz-) Stämme und die bei den letzten Zwischennutzungen anfallenden (Bauholz-) Stämme sollen alsbald in vollen Lichtwuchs treten und dadurch wird die Produktionskraft des geschützten Bodens nachhaltig in viel höherem Maße ausgenutzt werden, als bisher. Vor allem wird aber durch diesen „Lichtwuchsbetrieb" die national-ökonomisch gebotene Abkürzung der bisherigen Hochwaldumtriebszeiten erreicht werden. Dieses Wirtschaftsverfahren entspricht den im ersten Abschnitt erörterten volks-

der Buche zu kämpfen haben, wenn man der ersteren keinen weiten Höhenvorsprung verschafft, was nur auf den größeren Blößen mühsam erreicht werden würde. Der Anbau reiner Eichenbestände auf dem besten Boden und der rechtzeitige Unterbau ist deshalb vorzuziehen.

wirtschaftlichen Forderungen — nach meiner Ueberzeugung — mit der bis jetzt erreichbaren Vollendung.

---

3) Die Bewirtschaftung der bereits vorhandenen, im Kronenschlusse erwachsenen Baumholzbestände.

Während die Jungwüchse und Stangenholzbestände in der eben geschilderten Art der intensiven Nutzholzproduktion zuzuführen sind, hat die Auslichtung der im dichten Kronenschluß erwachsenen, von schlanken Stämmen gebildeten 60- und mehrjährigen Baumholzbestände vor allem die Windwurfgefahr zu beachten. Nach dem im sechsten Abschnitt mitgeteilten Beweismaterial kann nicht bezweifelt werden, daß auch hier die Erweiterung des Kronenraums für die stärksten, wuchsfähigsten Stämme den Wertertrag sehr beträchtlich erhöhen wird. Diese Lichtstellung hat für Laubholzbestände und auch für nicht ganz schlank und dicht erwachsene Kiefernbestände keine Bedenken — vorausgesetzt, daß der Boden die Nachzucht eines dicht schirmenden Unterwuchses aus dunkel belaubten Laubhölzern (in feuchten Lagen aus Fichten) gestattet. Allein Fichtenbestände bedürfen — mit Ausnahme völlig geschützter Lagen — besonderer Vorsichtsmaßnahmen. Für diese exponierten Fichtenbestände werden die eigentlichen, den ganzen Bestand durchlöchernden Lichtungshiebe zu unterlassen sein; man wird sich darauf beschränken müssen, den vorgewachsenen und später nutzfähigsten Stämmen bei den Durchforstungen eine ungefährliche Erweiterung des Wachsraums zu geben. In der Regel wird dies nur möglich sein, wenn die genannten Stämme umgeben werden von Stangen und geringen, schwach bekronten Stämmen.

Im übrigen kann die Stammstellung so bemessen werden, wie es zur Erreichung der höchsten Wertproduktion auf der Gesamtfläche erforderlich ist. Jedoch ist dabei ein allmählicher und kein schroffer Uebergang vom Schluß zum Freistand, wenn möglich, einzuhalten.

a. In den 60—80jährigen Fichten- und Buchenbeständen, welche im Kronenschlusse auf **mittelgutem** und **geringem** Boden erwachsen sind, und in den 60—80jährigen Kiefernbeständen, welche den **4. und 5. Standortsklassen** angehören (soweit die letztere in Betracht kommt), ist

meines Erachtens die nächste Durchforstung aus anderen Gesichtspunkten auszuzeichnen als bisher. Man wird das Augenmerk vor allem auf die kräftigsten, stärksten, vorgewachsenen Stämme zu richten haben. In einer mittleren Entfernung von 7—8 Schritten (6 Meter) ist ein möglichst wuchskräftiger und standfester Stamm aufzusuchen und derselbe von umdrängenden Stangen und schwachen Stämmen frei hauen zu lassen. Wenn jedoch zu diesem Freihieb nur Stämme zu entfernen sind, durch deren Aushieb beträchtliche, erst in 30 oder 40 Jahren zuwachsende Löcher geöffnet würden, so läßt man dieselben zunächst stehen. In den genannten Beständen sind gewöhnlich die Stämme und Stangen unter 20 cm mit 50—60 % der gesamten Stammzahl vertreten und vielfach werden sich in der Nähe der frei zu hauenden Stämme derartige schwache Stämme und Stangen mit eingeklemmten Kronen finden.

Der Kronenfreihieb wird einen ansehnlichen, je nach der Bodengüte, dem Schluß und Stärkewuchs verschiedenen, aber immerhin im Mittel 40—60 % der Fläche betragenden Bestandsteil unberührt lassen, wenn man nur den Stämmen, die in einer mittleren Entfernung von ca. 6 Meter gefunden werden, eine mäßige Lichtung gibt. Dieser Bestandsteil wird vorläufig im Kronenschluß zu erhalten und lediglich auf unterdrücktes Gehölz zu durchforsten sein. Anbau von Bodenschutzholz wird nur in Eichen- und in Kiefernbeständen erforderlich werden.

Nach Verlauf von 10 oder 15 Jahren wird dem Bestande eine Stellung zu geben sein, welche den Lichtgrad eines Buchenbesamungsschlages herbeiführt. Der Unterbau der Buchen- und Hainbuchengrundbestockung und der beizumischenden Nutzholzgattungen wird hierauf, ebenso wie der allmähliche Abtriebsschlag in der oben ad 2 angegebenen Weise vollzogen.

b. In den 60—80jährigen Buchen- und Fichtenbeständen **auf sehr gutem** Boden, in den 60—80jährigen Kiefernbeständen auf **mittelgutem und gutem** Boden und **in allen über 80jährigen Holzbeständen** wird jedoch der ad a beschriebene Kronenfreihieb nur in seltenen Fällen ausführbar sein. In der Regel sind zumeist Stämme über 20 cm Brusthöhendurchmesser zu entfernen; die Bestände würden so durchlöchert werden, daß ohne Anbau von Schutzholz ein derartiger Lichtungshieb nicht

statthaft erscheint. Man wird deshalb zweckmäßiger sofort den Besamungsschlag stellen, den Anbau und die langsam nachfolgende Räumung vollziehen, wie so eben erörtert worden ist. Für Fichten und Kiefern sind schmale Saumschläge mit Schutz gegen die herrschende Windrichtung am empfehlenswertesten.

V.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1) Die im Anfang des 19. Jahrhunderts lehrenden Vorkämpfer der rationellen Forstwirtschaft, vor allem Georg Ludwig Hartig und Heinrich Cotta, haben den „Femelschlagbetrieb", die Verjüngung der früheren Femelwaldungen zu gleichwüchsigen und nahezu gleichalterigen, im dichten Kronenschlusse aufwachsenden Hochwaldbeständen, keineswegs deshalb befürwortet, weil sie von diesem dichten Kronenschluß eine Erhöhung des Massenertrags und der Holzgüte erwartet haben. Sie haben vielmehr die Erhaltung des Kronenschlusses befürwortet, weil sie Beschädigungen der jungen Bestände durch Schneedruck, Rauhreif, Eisanhang, Umbiegen der schlanken Gerten und Stangen u. s. w. befürchtet haben. Beide — sowohl Hartig als namentlich Cotta — legen der geräumigen Stellung kräftiger und vollbelaubter Waldbäume besonderen Wert hinsichtlich der Zuwachssteigerung bei.

2) Die späteren Schriftsteller haben die Leistungsfähigkeit der Bestockungsformen für die Produktion der gebrauchswerten Holzmassen nicht gründlich untersucht.

3) Die forstliche Praxis hat gleichfalls ohne weitere Prüfung die ad 1 genannte Bestockungsform, die aus dem „Femelschlagbetriebe" oder dem Kahlschlagbetriebe hervorgeht, fortgesetzt zu erhalten und überall zu verbreiten gesucht. Vereinzelte Versuche, die Waldbäume in anderer Weise zu erziehen, sind zwar örtlich nicht erfolglos geblieben, aber sie haben eine weitere Verbreitung nicht gefunden.

4) In der neuesten Zeit macht sich eine gewisse Hinneigung zu der Ungleichwüchsigkeit und Ungleichalterigkeit der Holzbestockung, welche der frühere Plänterbetrieb hervorgerufen hatte, bemerkbar. Dieselbe ist indessen bis jetzt nur motiviert worden, indem man

darauf hingewiesen hat, daß der austrocknende Luftzug durch die Bestände gehemmt wird, wenn zwischen den größeren gleichalterigen Baumholzbeständen jüngere Horste und Gruppen stehen. Bezüglich der Anordnung des Holzwuchses innerhalb dieser Horste und Gruppen sind neue Vorschläge nicht hervorgetreten.

5) In der Zukunft wird vorzugsweise die Pflege und die Ausbildung der Gerten, Stangen und Stämme, welche zur Haubarkeitszeit den Nutzholzbestand zu bilden haben, Obliegenheit der Forstwirte sein. In der Jugendzeit der Bestände ist die Belassung des Kronenschlusses wegen Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und wegen Verhinderung der seitlichen Astverbreitung geboten. Mit dem 20—30jährigen Bestandsalter sind jedoch die Stämme, welche den Haubarkeitsbestand bilden sollen, nicht nur zu einem kräftigen Wuchs zu bringen, sie sind auch für den späteren Freistand vorzubereiten. Sie sollen eine stärkere Krone am oberen Schaftteile ansetzen, eine stufige Schaftbildung erlangen, vollsaftig werden; sie sollen hierdurch widerstandskräftig gegen Schneebruch, Windwurf, Insektenfraß ꝛc. werden. Das vornehmste Mittel für diesen Zweck ist der „Kronenfreihieb“, d. h. eine Abänderung der bisherigen Durchforstungsregeln. Bei den Durchforstungen sind in erster Linie die Stämme, die den Haubarkeitsbestand (Nutzholzbestand) bilden sollen, zu berücksichtigen. Man läßt sie zunächst ringförmig frei hauen, in der Regel ohne Anbau von Schirmholz. Der Zwischenstand bleibt dagegen im Kronenschluß. Wenn die „Lichtwuchsstämme“ widerstandskräftig geworden sind, so ist der „Lichtungshieb“ zu führen, indem auch der Zwischenbestand durchgreifend gelichtet und mit schattenertragenden Holzarten, namentlich Buchen und Hainbuchen, angepflanzt wird. Dieser Lichtungshieb wird nach Bedarf wiederholt. Auf einem armen Boden ist dagegen nur eine mäßige Erweiterung des Kronenraums statthaft. Aber bei Lichtung der vorhandenen Baumholzbestände, zumal bei Fichten, ist besonderee Vorsicht geboten. Kronenfreihiebe werden nur beim Vorhandensein zahlreicher, die starken Stämme umgebenden Stangen angemessen erscheinen. In stärkeren Baumhölzern wird der Lichtungshieb mit Rücksicht auf die Verjüngung, wenn auch mit längerem Verjüngungszeitraum (falls derselbe ohne wesentliche Benachteiligung des Nachwuchses ausführbar ist) vorgenommen.

Achter Abschnitt.

Die Erntezeit der Waldbestände.

Im ersten Abschnitt habe ich sowohl die volkswirtschaftlichen Verpflichtungen, als die volkswirtschaftlichen Aufgaben des deutschen Waldbaues ausführlich erörtert. Dem Waldboden ist die Holzbestockung sorgsam zu erhalten. Für die gedeihliche Entwicklung der Gesamtwirtschaft ist es am zuträglichsten, wenn vollkommen brauchbare Produkte reichlich, aber mit der erreichbaren Ermäßigung des Kostenaufwands, d. h. mit der zulässigen Abkürzung der Erntezeit, dargeboten werden. Die Forstwirtschaft muß, indem sie die brauchbarsten Nutzholzsorten so massenhaft und zugleich so rasch erzeugt, als es örtlich möglich ist, anderen Gewerbsarten und Produktionszweigen nachhaltig die Spitze bieten. Das Reineinkommen unserer Nation kann nur dann dauernd und ausgiebig erhöht werden, wenn der sehr beträchtliche Teil der Bodenfläche unseres Vaterlandes, der für die Holzzucht übrig geblieben ist (außerdem nur als Viehweide einen spärlichen Ertrag liefern würde), nach Maßgabe des obersten volkswirtschaftlichen Produktionsgesetzes benutzt, wenn ein Maximum von Gebrauchswerten mit einem Minimum von naturalen Kosten erzielt wird.

Im Hinblick auf dieses klare Grundprincip des Waldbaues bietet die Bestimmung der Umtriebszeiten, wie man denken kann, keine besonderen Schwierigkeiten. Wenn man die anbauwürdigsten Holzgattungen kennen gelernt hat, so ist zu ermitteln: in welchem Altersjahr liefern die im Kronenschluß aufwachsenden Holzbestände mit der Hauptmasse Baumschäfte,

welche nach Länge und Umfang den Anforderungen der Hauptzweige der Holzkonsumtion entsprechen? Wir haben gesehen, daß es bisher üblich war, die Waldbäume etwa ein Jahrhundert wachsen zu lassen, bevor man sie zur Fällung brachte. Zur Erfüllung des obengenannten volkswirtschaftlichen Fundamentalgesetzes ist offenbar die Untersuchung vorzunehmen, ob man ohne Aenderung der bisher üblichen Erziehung der Holzbestände im engen Kronenschluß das genannte Ziel auch dann erreichen, d. h. brauchbare Nutzhölzer mit genügenden Dimensionen der Consumtion darbieten wird, wenn die bisher gebräuchlichen Erntezeiten erheblich und mindestens einige Jahrzehnte abgekürzt werden.

Wir haben diese Frage im sechsten Abschnitt untersucht und sind zu einer verneinenden Antwort gelangt. Wir haben sogar ausführlich zu beweisen vermocht, daß die bisher eingehaltenen Erntezeiten, wenn man die durchschnittliche Standortsbeschaffenheit der einheimischen Waldungen betrachtet, für die ausgiebige Produktion der gesuchtesten Bretter- und Bauholzsorten nicht genügen. Man muß entweder die Erziehung im dichten Kronenschluß aufgeben oder die herkömmlichen Abtriebszeiten sehr beträchtlich erhöhen. Die Herbeiführung von Abtriebszeiten, welche mit der Hauptmasse schwache, fast lediglich als Brennholz zu benutzende Stangen liefern, würde, wie leicht einzusehen ist, den deutschen Wald entwerten, weil man aus Hopfenstangen keine Bretter schneiden und aus Dachlatten keine Häuser bauen kann und weil im übrigen die Konkurrenz der Holzproduktion mit dem Verbrauch der fossilen Kohlen völlig aussichtslos ist.

Seit fast 20 Jahren ist dagegen eine lebhafte Bewegung im Forstfach entstanden, welche die Feststellung der Erntezeit nach gewissen, noch näher zu bestimmenden Verzinsungssätzen fordert. Sie würde in ihrer praktischen Tragweite zu einer beträchtlichen Herabsetzung der bestehenden Hochwaldabtriebszeiten führen. Man hat die Abkürzung der Erntezeiten für einträglich erachtet, ohne diese Aenderung der bisherigen Erziehungsweise (im Kronenschlusse) zu fordern. Wie ist dieser Widerspruch zu erklären? Haben die Forstwirte bei der Feststellung der Abtriebszeiten die Gebrauchsfähigkeit der gelieferten Produkte für die Hauptzweige des Nutzholzverbrauchs nicht kennen gelernt? Täuschen sie sich über den

Gebrauchswert des Stangenholzes, das man mit 60—70jähriger Abtriebszeit (der finanziellen Abtriebszeit für eine Zinsforderung von 3 %) massenhaft dem Holzkonsum anbieten muß?*) Haben sie ihre Berechnungen auf Wertfaktoren und Preisverhältnisse gegründet, die bei geringfügigen Verwertungsmengen sich ergeben haben und ohne die nötige Umsicht generalisiert worden sind?

Wir müssen, um die Ziele und die Wege für die Bestimmung der nutzbringendsten forstlichen Umtriebszeiten aus dem richtigen Gesichtspunkt zu würdigen, zuvor untersuchen: wie sind die jetzt gebräuchlichen Umtriebszeiten entstanden? Welche Zielpunkte waren bei ihrer Feststellung maßgebend? Ist dabei stets die nachhaltige Lieferung der brauchbarsten, von den Konsumenten in erster Linie gesuchten Dimensionen der Baumschäfte ins Auge gefaßt worden? Hat man stets das höchste Reineinkommen für die Gesamtwirtschaft unseres Volks erstrebt? Hat man die kürzesten Wege zur Erreichung dieses Ziels eingeschlagen?

I.

Die Zielpunkte der Umtriebsbestimmung bis zum Erscheinen des Preßlerschen „rationellen Waldwirts“.

In der letzten Hälfte des 18. und im Beginn des 19. Jahrhunderts forderten die meisten Schriftsteller die örtliche Bestimmung der Konsumtion von Brennholz, Kohlholz, Nutz- und Oekonomieholz. Die Abtriebszeit sollte nach der Größe der jährlichen Produktion bemessen werden. Diese schwer ausführbaren Ermittelungen sind jedoch unterblieben.

Georg Ludwig Hartig hat diese Forderung nicht wiederholt. „Auf der zu Wald bestimmten Fläche ist in möglichst kurzer Zeit, mit einem möglichst geringen Kostenaufwande möglich vieles und nutzbares Holz zu erziehen,“

*) Ich werde die Durchmesser (in Mitte des Nutzholzabschnitts), die man in Sachsen für die Abtriebszeiten, welche diesem Zinssatz entsprechen, ermittelt hat, unten ad II, 1, d angeben. Sie betragen auf mittelgutem Boden in Fichten- und Kiefernbeständen 17—18 cm.

sagt der scharfsichtige Hartig und das ist in der That noch heute der Hauptzweck der Holzzucht. Aber leider hat G. L. Hartig unterlassen, diesen richtigen Grundgedanken durch eine prägnante Bestimmung der Umtriebszeiten praktisch wirksam zu gestalten. Derselbe stellt vielmehr Umtriebszeiten, die sehr verschiedene Zielpunkte haben, nebeneinander, ohne die wirtschaftliche Berechtigung genauer zu untersuchen. Man kann die Bäume so lange stehen lassen, bis sie nicht mehr beträchtlich wachsen — in diesem Falle hält man nach Hartig die „physikalische" Umtriebszeit ein. Man kann auch die Bestände so lange wachsen lassen, bis sie den stärksten jährlichen Zuwachs geliefert haben und jährlich Holz geben, welches eine den Bedürfnissen vorzüglich entsprechende Stärke und Güte hat — in diesem Falle hält man die „ökonomische" Umtriebszeit ein. Man kann endlich das Holz nutzen, wenn es so stark geworden ist, um dem Eigentümer von seiner Waldfläche den höchsten Geldertrag zu verschaffen, der durch Berechnung des Erlöses aus dem Holz und der Zinsen in einem angenommenen Zeitraume zu erlangen ist — in diesem Falle hält man die „merkantile" Haubarkeitszeit ein.

Wenn G. L. Hartig auf Grund seiner Ertragstafeln und Brennwertuntersuchungen genau ermittelt haben würde, zu welcher Zeit die damals vorherrschende Gewinnung von Brennholz den Gipfelpunkt erreicht, so würde er die „ökonomische" Umtriebszeit, welche „möglichst vieles und nutzbares Holz erziehen" läßt, bestimmt haben. Hierauf war zu untersuchen, ob örtlich ausreichende Holzvorräte für diese Umtriebszeit vorhanden sind. Im verneinenden Falle war zu fragen, ob der Kostenaufwand, der mit der Vorratsvermehrung (durch Verzichtleistung auf beziehbare Rente) verbunden ist, einen ausreichenden finanziellen Effekt haben wird, denn nach Hartig soll das Holz „in möglichst kurzer Zeit, mit einem möglichst geringen Kostenaufwand erzogen werden". Als „ökonomische Umtriebszeit" würde Hartig wahrscheinlich — namentlich für Buchen — hohe Altersjahre gefunden, aber zugleich konstatiert haben, daß der Uebergang, wenn ein beträchtlicher Mehrvorrat einzusparen ist, finanziell nicht nutzbringend erscheint, denn G. L. Hartig verrechnet schon 1808, indem er die Rentabilität des Hochwalds und Niederwaldes vergleicht, dreiprozentige Zinsen und Zinseszinsen.

Er würde gefunden haben, daß die „merkantile“ Umtriebszeit so kurz bemessen werden muß, daß sie in einen tiefgreifenden Gegensatz zur „ökonomischen“ Haubarkeitszeit geratet. Es ist sehr auffallend, daß der geniale Hartig unterlassen hat, die forstliche Umtriebsbestimmung mit dieser naheliegenden Definition seiner Grundanschauung in die richtige Bahn zu lenken.

Heinrich Cotta nennt sehr verschiedenartige Rücksichten, welche bei der Umtriebsbestimmung zu beachten sind (Wiederverjüngung, Gewinnung der größten Holzmasse, Preise für verschiedene Stärken, Vorteile der baldigen Benutzung u. s. w.). Dieser Schriftsteller glaubt, daß der Staat selbst mit Verlust für die Kasse eine gewisse, von den Bedürfnissen geforderte Stärke des Holzes darzubieten habe. Aber Cotta gibt außerdem nur „einige Fingerzeige in Beziehung auf die gemeinsten und am öftesten verlangt werdenden Bau- und Nutzhölzer für Nadelwaldungen, indem er bei gutem Standort (2. Klasse bei 5 Klassen) 80—90jährige Umtriebszeit, bei mittlerem Standort 90—100jährige Umtriebszeit und für geringen Standort (4. Klasse) 100—110jährigen Umtrieb befürwortet.

Hundeshagen nennt neben der natürlichen, die Fortpflanzung ermöglichenden Haubarkeit eines Bestandes und der ökonomischen, dem wirtschaftlichen Bedürfnisse gerade entsprechenden Haubarkeitszeit noch das technische Haubarkeitsalter der Bestände; das Holz soll hierbei „genau die zu einem gewissen Behuf durchaus notwendige Größe, z. B. zum Schiffbau ꝛc.“ erreichen.

Pfeil hat zwar sowohl die technische Umtriebszeit, als die Umtriebszeit des größten Massenertrags verworfen und dagegen die Erzeugung, welche den möglichst hohen und sicheren Geldertrag gewährt, als die wünschenswerteste bezeichnet. Aber es ist unentschieden geblieben, ob Pfeil ernstlich die Bemessung der Umtriebszeiten nach dem höchsten Jetztwert der Gelderträge erstrebt hat. Er war stets schwankend und unsicher hinsichtlich der Bemessung der Reinerträge und trat später der Preßlerschen Theorie entgegen.

Die **späteren Waldbauschriftsteller** legen lediglich Wert auf die Wahl einer Abtriebszeit, welche die größte Holzrohmasse gewinnen läßt.

Die Angaben in dieser Richtung sind jedoch divergierend. Die Rotbuche soll nach Gwinner den durchschnittlich größten Zuwachs (mit Ausnahme des Hochgebirgs) zwischen dem 70. und 110. Jahr erreichen, nach Stumpf zwischen

120. und 140. Jahr, nach Karl Heyer zwischen dem 60. und 80. Jahre. Die Eiche hat, so behauptet Stumpf, im 180—200jährigen Alter ihren höchsten Zuwachs und damit ihre ökonomische Haubarkeit noch nicht erreicht; nach Karl Heyer tritt der höchste Durchschnittszuwachs im 70.—80. Jahre ein und sinkt rasch. Die Fichte vollendet nach Stumpf ihren höchsten Zuwachs mit dem 120. Jahr; dagegen tritt nach Karl Heyer der höchste Durchschnittszuwachs zwischen dem 60. und 90. Jahre ein. Die Kiefer vollendet ihren höchsten Zuwachs nach Stumpf mit dem 90. Jahre; dagegen erreicht der Durchschnittszuwachs nach Karl Heyer seinen Kulminationspunkt schon im 30jährigen Bestandsalter.

Ebenso verschieden sind die Angaben dieser Schriftsteller über die nutzbringendsten Umtriebszeiten. Die Rotbuche soll, mit Ausnahme des Hochgebirgs nach Gwinner mit 70—100jähriger, nach Karl Heyer mit 90—110jähriger, nach Stumpf mit 120—140jähriger Umtriebszeit bewirtschaftet werden. Die reinen Eichenbestände werden nach Gwinner mit 120—200jähriger Umtriebszeit, nach Stumpf mit 180—200jähriger, im Spessart sogar mit circa 300jähriger Umtriebszeit, nach Karl Heyer mit 120—140jähriger Umtriebszeit benutzt. Die Fichtenbestände nach Gwinner gewöhnlich mit 100—120jährigem Turnus, nach Stumpf mit 70—140jährigem Turnus, nach Karl Heyer mit 60—90jährigem Turnus (im Mittelgebirge und Niederungen und mit 120—150jährigem Turnus (im Hochgebirge). Die Weißtanne wird behandelt:

nach Gwinner im 80—120jährigen Umtrieb,
„ Stumpf im 120—150jährigen Umtrieb,
„ Heyer im Mittelgebirge und Niederungen mit 60—90jährigem Umtrieb, im Hochgebirge mit 120—150jährigem Umtrieb.

Die Kiefer:
nach Gwinner im 40—120jährigen Turnus,
„ Stumpf im 60—120jährigen Turnus,
„ Heyer im 50—80jährigen Turnus.

Die Umtriebszeiten, welche **von der forstlichen Praxis thatsächlich eingehalten worden sind**, hat Franz von Baur wie folgt mitgeteilt:

Namen der Staaten.	Kiefer.	Fichte.	Weißtanne.	Buche.	Eiche.
	Jahre.	Jahre.	Jahre.	Jahre.	Jahre.
Baden	80—100	100—120	120	100—120	120—160
Bayern	60—100	100—120	100—120	100—120	140—160
Hannover	80	100	—	120	160
Großherzogtum Hessen	80—120	80—100	—	100—120	120—160
Preußen	80—100	80—120	—	100—110	140—160
Königreich Sachsen .	60—80	80—100	80—100	120—140	120—160
Württemberg . . .	60—120	80—120	100—120	70—120	140

Die Frage, **wie sich diese Umtriebszeiten herausgebildet haben** und welche Wirtschaftsziele bei der Feststellung derselben erstrebt worden sind — diese oben gestellte Frage haben wir bisher nicht beantworten können. Die Angaben der Schriftsteller haben uns keine Anhaltspunkte gegeben.

Aber auch die Mitteilungen der Praktiker, die amtlichen Wirtschaftsregeln 2c. lassen uns im Stich. Wir sind im wesentlichen auf Vermutungen angewiesen.

Man hat zwar behauptet, daß der Waldbau prinzipiell die nachhaltige Produktion der größten Rohstoffmenge erstrebe. Allein diese Annahme hat sich nicht bestätigt. Vielmehr hat sich herausgestellt, daß die quantitative Holzerzeugung durch die Benutzung der Bestände im Stangenholzalter, die man sicherlich nicht verteidigen wollte, auf den Gipfelpunkt erhoben würde; es ist lediglich zweifelhaft geblieben, ob die oben genannten Umtriebszeiten für Rotbuchenbestände auf der vierten und fünften Standortsklasse diesem Wirtschaftsziel entsprechend sein würden. Im allgemeinen würden diese Umtriebszeiten, was die Gewinnung von Holzmaterial betrifft, eine Verlustwirtschaft zur Folge haben.

Man hat zweitens behauptet, daß die Staatsforstverwaltung den höchsten Wertdurchschnittszuwachs zu erreichen suche. Aber zuvor hatte man offenbar zu fragen: wann gipfelt derselbe? Nach den Untersuchungen von Burckhardt und Robert Hartig viel später, als die gebräuchlichen Umtriebszeiten Jahre umfassen und sonstige Ermittelungen sind nicht bekannt geworden.

Man hat drittens geglaubt, daß höhere Umtriebszeiten von der Staatsforstverwaltung einzuhalten seien, weil sie dem Lande die starken Holzsortimente sichern. Aber offenbar hatte man auch hier zunächst zu untersuchen: Wie groß ist der inländische Bedarf an Starkhölzern? Ist zur Versorgung desselben der großartige Apparat notwendig, den die hohen Umtriebszeiten mit sich führen? Kann man denselben nicht hinlänglich und viel nutzbringender durch Oberständer, die man im Lichtstand die doppelte Umtriebszeit fortwachsen läßt, decken? Auch diese Untersuchung ist nicht vorgenommen worden.

Man hat endlich vermutet, daß das ältere Holz eine besondere Güte habe, weil das jüngere Holz noch unreif sei. Allein

die Einwirkung des Alters eines Baumes auf die Schwere des Holzes und damit auf das wesentlichste Merkmal der Gebrauchsfähigkeit ist bis jetzt nicht bekannt geworden; es ist vorläufig zu bezweifeln, daß ein angehender Baum leichteres und minder brennkräftiges Holz hat, als ein älterer Baum.

Die Entstehung und die Entwicklung der bisher maßgebenden Normen für die Festsetzung der Umtriebszeiten ist schwer aufzuklären. Wahrscheinlich haben sie sich allmählich in folgender Weise herausgebildet: Geleitet von dem Grundsatz, daß den Waldbeständen fortdauernd nur der durchschnittliche Holzzuwachs, der an den von der Vorzeit überlieferten Holzvorräten erfolgte, entnommen werden dürfe, wenn dieser Vorrat für die Nachhaltwirtschaft genügend erschien, bestimmte man durch Ertragsschätzungen &c. die Zeiträume, welche für die Abräumung der überlieferten Vorräte erforderlich waren. Man gelangte dabei in der Regel zu Umtriebszeiten, welche nur um wenige Jahrzehnte differierten. Diese Umtriebszeiten, die den generellen Wirtschaftsplänen zu Grunde liegen, haben im Laufe der Zeit allgemeine Gültigkeit erlangt.

II.

Die Preßlerschen Vorschläge.

Im Jahre 1859 befürwortete Max Robert Preßler, Professor der Mathematik an der Tharander Forstakademie, die Feststellung der forstlichen Umtriebszeiten nach dem höchsten „Bodennutzeffekt". Seit dieser Zeit durchtönt die Verteidigung und Bekämpfung dieser sog. Reinertragswirtschaft die Litteratur des Forstwesens. Die Forstwirte, in zwei Lager auseinander getrieben, sind bis heute noch nicht zum klaren Verständnis der Streitfrage und bis zur allseitig befriedigenden Auseinandersetzung über diese eigenartige Reformbestrebung vorgedrungen. Die lebhafte Bewegung hat Berge von Druckbogen erzeugt; wir können an dieser Stelle nur die Kernpunkte der Kontroverse überblicken. Die Beurteilung derselben ist in der That nicht leicht, wenn man den Irrgängen folgen muß, welche die doktrinäre Behandlung dieser Streitfrage eingeschlagen

hat. Die Darstellung der Verzinsungsverhältnisse des großen Waldbetriebs (mit jährlicher Nutzung) bildet den schwierigsten Lehrzweig des Forstfachs.

Die Preßlersche Theorie ist nach ihrem wesentlichen Inhalt leicht dargestellt. Preßler untersucht in erster Linie, in welcher Weise man die Holzzucht auf einer holzleeren Fläche rentabel zu gestalten vermag, wenn die Verwertung des gesamten zukünftigen Holzvorrats zu jeder Zeit stattfinden kann.

Preßler unterstellt hierbei zunächst, daß der Bodenwert bekannt sei. Wenn der Waldbesitzer den holzleeren Waldboden zu irgend einem Preise gekauft hat, so kann man annehmen, daß dieses Kapital dem Waldbetriebe geliehen ist und derselbe, wenn er Zinsen und Zinseszinsen mit einem gewissen Prozentsatz nicht mehr abzuliefern vermag, Kündigung des Kapitals und Anlage desselben bei einem besser zahlenden Nachfolger zu erwarten hat. Die fiskalische Forstwirtschaft soll, wie Preßler meinte, eine Verzinsung von 3½% mit Zinseszinsen, der Korporations- und große Privatwaldbau eine Verzinsung von 4% und die kleine und spekulative Privatwirtschaft eine Verzinsung von 4½% (immer mit Zinseszinsen) vom Waldbetriebe zu beanspruchen haben. Liefert der Zuwachs der Holzbestände nicht mehr die in dieser Weise normierte Verzinsung des Bodenkaufspreises und der Kulturkostenausgabe 2c. unter Einrechnung der inzwischen admassierten Zinsen, so sind die Holzbestände „finanziell hiebsreif“. Man kann diesen Zeitpunkt auch bestimmen, indem man ermittelt, welcher Zinsenbetrag auf jeden Festmeter der Haubarkeitsnutzung haftet (Kostenpreis) und mit dem Steigen dieses Kostenpreises den Holzverkaufspreis vergleicht. Hat der Waldbesitzer den Boden billiger angekauft, als er denselben infolge Einhaltung der einträglichsten Abtriebszeit durch die Zinsenerträgnisse d. h. die Reinerlöse der Waldnutzungen verwerten kann, so erzielt der Waldbesitzer einen „Bodennutzeffekt“.

Die Bodenankaufspreise sind jedoch selten bekannt. Immerhin kann der Waldbesitzer ermitteln, welche Umtriebszeit am einträglichsten sein wird und welches Bodenkapital dieselbe verzinst. Die Rechnung ist sehr einfach. Man braucht nur von bestimmten Zinssätzen auszugehen und die Erlöse aus den Vor- und Haubarkeits-

erträgen bei 50-, 60-, 70jähriger Abtriebszeit auf die Gegenwart zu diskontieren, so findet man nach Abzug der Kosten (Kulturausgaben, Steuern, Verwaltungskosten ꝛc.) verschiedene Bodenwerte („relative Bodenwerte" nach Preßler, „Bodenerwartungswerte" nach späterer Bezeichnung); die Abtriebszeit, die den größten Bodenwert liefert, ist selbstverständlich zu wählen. Preßler forderte mit besonderem Nachdruck die Forstwirte auf, zu berechnen, welche Bodenwertbeträge die bisher gebräuchlichen Umtriebszeiten verzinsen und welche Erhöhung derselben eintreten wird, wenn die Forstwirte die Umtriebszeiten nach den Zinseszinsformeln feststellen.

Obgleich Preßler, wie man sieht, lediglich den Jetztwert des Gewinns, der sich auf holzleeren Flächen möglicherweise erzielen läßt, beachtet, so ist doch selbstverständlich, daß die Holzbestockung, so weit sie den Voraussetzungen entsprechend — „normal" — beschaffen ist, hinsichtlich der Zeit des Abtriebs der gleichen Regel unterliegt. Es ist selbstverständlich, daß bestockte Waldungen, wenn sie das Alter der finanziellen Hiebsreife noch nicht überschritten haben und die bei der Berechnung vorausgesetzten Erträge liefern, in dem Altersjahre, welches den höchsten Bodenerwartungswert gewähren wird, zu nutzen sind. Haben ferner Normalbestände die finanzielle Haubarkeitszeit bereits überschritten, so hat offenbar die Preßlersche Regel zu lauten: man haue sie so bald als möglich ab. Und hinsichtlich der jüngeren und älteren abnormen Bestände, die den vorausgesetzten Holzvorrat und Zuwachs nicht besitzen, gilt die (der Ermittelung der „Weiserprozente" zu Grunde liegende) Regel: sie sind finanziell hiebreif, wenn sie mit ihrem Zuwachs nicht mehr die geforderten Zinsen vom Holzverkaufserlös und Grundkapital (Bodenerwartungswert) zu liefern vermögen, weil der genannte Erlös anderweit zinstragend angelegt werden kann und der Nachfolger, der junge Bestand, den Maximalbodenwert voll verzinst.

Das ist der gesamte Inhalt der Preßlerschen Lehre (abgesehen von den speziellen Waldbauregeln, die keine Beachtung verdienen). Durch Einführung der in dieser Weise ermittelten Umtriebszeiten des höchsten Bodennutzeffekts sollten die Forstwirte nicht nur den Waldbetrieb zu einer Verzinsung von 3½ bis 4½% empor führen; diese finanzielle Umtriebszeit sollte außerdem „die Rente des Grundkapitals oft auf das zehnfache des früheren zu steigern vermögen."

Wir müssen uns, bevor wir diese Schlußfolgerungen näher beleuchten, die Verzinsungsunterschiede, die thatsächlich zwischen den forstlichen Umtriebszeiten obwalten, etwas genauer betrachten.

1) Welchen Zinsenertrag kann die spekulative Geldwirtschaft im Waldbetriebe höchsten Falls erreichen?*)

a. Wenn es sich um den Anbau einer kleinen holzleeren Waldung handelt, die man zu jeder Zeit (unbeschränkt durch das Verhältnis zwischen Angebot und Nachfrage) abholzen kann, und wenn sowohl Brennholz als Nutzstangen, Baustämme und Sägeklötze mit angemessenem Preise verwertet werden können, so ist zunächst zu fragen: wird der Waldbesitzer einen höheren Endertrag von seinem Bodenkapital erhalten, wenn er Niederwaldwirtschaft mit etwa 20jähriger Hiebszeit einhält und den alle 20 Jahre wiederkehrenden Reinerlös mit 3, 4, 5% und Zinseszinsen bis zum 80. oder 100. Jahre anlegt oder wird Hochwaldwirtschaft mit den nutzholztüchtigsten Stämmen, zu deren Produktion mindestens 60—80 Jahre notwendig sein werden, der spekulativen Geldwirtschaft bessere Chancen eröffnen? Diese Frage ist allerdings nicht sicher und zweifelfrei zu beantworten, weil die örtlichen Holzpreise zu berücksichtigen sind. Aber wenn lediglich Brennholzzucht im Niederwald stattfinden kann und Produktion von Eichengerbrinde ausgeschlossen ist, so wird die vorsichtig geleitete Rentabilitätswirtschaft fast immer die Nutzholzproduktion vorziehen. Allerdings würde bei der Rechnung mit Zinseszinsen ein sehr geringer Reinerlös alle 20 Jahre genügen, um Gleichgewicht mit dem 80jährigen Hochwaldertrage hinsichtlich der Verwertung des Bodens herzustellen; es wurden hierzu folgende Prozente vom Reinerlös, der beim Abtrieb des 80jährigen Hochwaldes übrig bleibt (resp. bis zu diesem Jahr aus den Zwischennutzungserträgen admassiert ist) genügen:

bei 3% = 8,4%
„ 4% = 5,4%
„ 5% = 3,4%

Aber der Niederwaldhieb alle 20 Jahre wird selten einen höheren

*) Selbstverständlich ist der Geschäftsgewinn, den ein Spekulant durch Ankauf von Waldbeständen unter dem gegenwärtigen Verkaufspreis erhaschen kann, bei dieser Betrachtung ausgeschlossen worden.

Prozentsatz, wie 4—5% vom 80jährigen Fichten- oder Kiefernertrag als Reinerlös zurück lassen.

Auf Grund der Ermittelungen, die ich im vierten Abschnitt zusammengetragen habe, darf man annehmen, daß die Fichte mindestens den doppelten Jahreszuwachs des Niederwaldes und das Fichtenholz, welches größtenteils Nutzholz liefert, den dreifachen Verkaufswert der 20jährigen Stockausschläge (größtenteils Reisholz) hat. Bei einer mittleren Niederwaldproduktion, die auf gutem Boden 3 Festmeter per Hektar und Jahr selten übersteigen wird, werden alle 20 Jahre = 60 Festmeter genutzt werden können, bei einem mittleren Reinerlös von 5 M. per Festmeter = 300 M. Wenn aber der Fichtenhochwald exkl. Zwischennutzungserträge 480 Festmeter im 80. Jahr mit einem Nettoerlös von 15 M. per Festmeter liefert, so liefert der Niederwald nur 4,1% vom Hochwaldertrag der Fichte (statt der bei 3 und 4% erforderlichen 8,4 und 5,4%). Es kann mit andern Worten der Waldbesitzer bei einer Zinsforderung von 3 und 4% den holzleeren Waldboden verwerten:

	3%	4%
Fichtenhochwaldbetrieb . . .	747	326
Niederwaldbetrieb	372	252
	M. per Hektar.	

Erst bei einer Zinsforderung von 5% würde der Niederwaldbetrieb einen Bodenmehrwert von 22% liefern.

Dagegen ist zu bedenken, daß die Fortsetzung der Niederwaldwirtschaft ohne künstliche Nachhilfe zumeist mißlich ist, weil die Stöcke den Ausschlag mit der Zeit versagen und daß die Brennholzpreise nicht nur sinkende Tendenz haben, sondern überhaupt die Verwertbarkeit des Brennholzes, wie wir oben gesehen haben, in Frage gestellt werden kann. Es ist deshalb unnötig, den Niederwald mit der Lärchen-, Kiefern- und Eichenzucht hinsichtlich der Rentabilität zu vergleichen. Die gewinnsüchtigste Geldwirtschaft wird ohne Zweifel der Brennholzzucht keine Chancen abgewinnen, vielmehr, wenn sie sich mit der Waldwirtschaft befassen will, auf den besseren Böden Nutzholzzucht beginnen und die späte Reifezeit der brauchbarsten Nutzhölzer abwarten.

Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, daß der trockene Boden namentlich auf Süd- und Westseiten im südlichen und südwestlichen Deutschland durch den Schälwaldbetrieb in der Regel den erreichbar höchsten Zinsenertrag gewähren wird. Der Nettoertrag des Schälwalds kann leicht 8% des 80jährigen Hochwaldertrags übersteigen, wenn nur Kiefern gezüchtet werden können. (Wenn der 15jährige Umtrieb eingehalten wird, so sind nur 6% bei einem Zinsfuß von 3% und 4% bei einem Zinsfuß von 4% erforderlich.) Wenn dagegen auf besserem Boden Fichtenzucht mit hohen Erträgen statthaft ist, so kann selbst die höhere Rentabilität des Schälwalds in Frage gestellt werden.

Abgesehen von den nicht überall vorkommenden Waldflächen, auf denen Schälwald gedeiht, kommt sonach in Deutschland lediglich die Nutzholzzucht in Betracht, wenn man die rentabelsten Betriebsarten diskutieren will. Nutzholz ist bisher in Deutschland — vom unten zu betrachtenden Mittelwald abgesehen — fast ausnahmlos in geschlossenen Hochwaldbeständen gezüchtet worden. Die Bestände müssen unter allen Umständen ein Alter erreichen, in welchem sie mit der Hauptmasse Nutzholz liefern, denn man kann, wie ich schon oben gesagt habe, aus Hopfenstangen keine Bretter schneiden und aus Dachlatten keine Häuser bauen. Es ist ohne Rentabilitätsrechnung klar, daß die spekulative Geldwirtschaft die Holzbestände nicht im Stangenholzalter housernten und als Brennholz verkaufen wird, wenn vielleicht 10 oder 20 Jahre genügen, um die Hauptmasse dieser Holzbestände zu brauchbarem Nutzholz heranwachsen zu lassen, für welches der doppelte und dreifache Preis erzielt werden kann.

Es bleibt somit nur die Untersuchung übrig, welche für die ganze Waldrentabilitätsfrage die entscheidende ist: sind die Bestände finanziell hiebsreif, wenn sie mit der überwiegenden Masse örtlich gebrauchsfähiges und marktgängiges Nutzholz liefern oder wird das Fortwachsen derselben einen Zinsenertrag liefern, welcher den Forderungen der Geldwirtschaft entspricht?

Das Bestandsalter, mit welchem die im Kronenschluß aufwachsende Hochwaldbestockung mit der Hauptmasse gebrauchsfähiges und marktgängiges Nutzholz liefert, läßt sich selbstverständlich nicht allgemein bemessen, weil nicht nur die Standortsgüte, sondern hauptsächlich der örtliche Verbrauch maßgebend ist. Zu dieser Bemessung sind auch nur die Geldertragstafeln von R. Hartig und Heinrich Burckhardt benutzbar. Allein die Genannten haben so überaus günstige, praktisch nur in seltensten Fällen — Grubenholz-, Telegraphenstangenabsatz u. s. w. — statthafte Voraussetzungen ihren Angaben zu Grunde gelegt, daß dieselben für die vorzunehmende Untersuchung sicherlich das Maximum der erreichbaren Verzinsung angeben werden.

R. Hartig hat nämlich, wie derselbe bemerkt, für die Fichtenbestände bis zum 60—70jährigen Alter die Hauungsergebnisse von Schneisen- und Wegeanlagen zur Bestimmung der Nutzholzverwertung zu Grunde gelegt; es ist, sagt

Hartig, selbstverständlich, daß sich die Ausnutzungsverhältnisse weit günstiger gestaltet haben, als wenn man größere Bestandesflächen im jugendlichen Alter zum Abtrieb bringen würde. Burckhardt hat, wie ein Blick auf die Preisannahmen zeigt, ganz ähnliche Ausnutzungs- und Verwertungsverhältnisse zu Grunde gelegt.

Im sechsten Abschnitt habe ich den Beweis geführt, daß auf mittelgutem Standort die 100jährige Umtriebszeit in geschlossenen Fichtenbeständen und die 85jährige Umtriebszeit in geschlossenen Kiefernbeständen für die Gewinnung des gebrauchsfähigen Nutzholzes (Säge- und Bauholzes) nicht genügt und mindestens eine 20—30-jährige Verlängerung dieser Abtriebszeiten erforderlich werden würde. Wir wollen indessen hier das Maximum der im Walde durch die spekulative Geldwirtschaft erreichbaren Verzinsung feststellen und haben zu diesem Zweck die günstigsten Verwertungsverhältnisse vorausgesetzt. Da nun der Massenzuwachs vom 60.—80. und vom 80.—100. Jahre in geschlossenen Fichten- und Kiefernbeständen weit größer ist, als in jeder folgenden 20jährigen Periode, so wollen wir die Verzinsung des anfänglich vorhandenen Vorrats während dieser Wuchsperiode betrachten. Wir wollen mit R. Hartig voraussetzen, daß infolge besonders günstiger Absatzverhältnisse (für Nutzholzstangen) schon im 60. Jahre 80—85% des Haubarkeitertrags als Nutzholz verwertet werden können und hierauf untersuchen, ob die spekulative Geldwirtschaft einen angemessenen Zinsenertrag finden kann, wenn sie die Abtriebszeit jeweils 20 Jahre (vom 60. bis zum 80. Jahre, und vom 80. bis zum 100. Jahre) verlängert.

Die Berechnung ergibt mit Einfluß der Zwischennutzungen folgende jährliche Verzinsung im aussetzenden Betriebe, jedoch ohne Abzug des Wertes, welchen der nachgezogene 20jährige Bestand haben würde (wodurch übrigens das Verzinsungsprozent nur um wenige Zehnteile geändert werden würde).

Jahr.	Fichtenbestände.			Kiefernbestände.
	Robert Hartig.		Burckhardt.	Burckhardt.
	I. Standortsklasse.	II. Standortsklasse.	II. Standortsklasse.	II. Standortsklasse.
60—80	2,81	3,45	3,71	3,80
80—100	1,39	2,04	1,85	1,76*)

*) Vom 80. bis 90. Jahr.

Jahr.	Buchenbestände.		
	Robert Hartig.		Burckhardt.
	I. Klasse.	II. Klasse.	II. Klasse.
60—80	2,82	2,10	3,60
80—100	2,98	1,82 *)	2,30

Wenn der Besitzer einer kleinen Waldparzelle derartige günstige Absatzverhältnisse für seine 80jährigen Bestände (wo die Fichte in größeren Beständen nach Hartig einen Durchmesser in Brusthöhe von 23,1—28,5 cm hat) findet, so kann er 3—4 % erzielen, indem er die 60jährigen Bestände 80jährig werden läßt (später nur 1—3 %).

b. Welcher Zinsengewinn läßt sich im kleinen Walde mit aussetzender Nutzung erzielen, wenn keine Nutzholzstangen, sondern hauptsächlich Säge- und Bauhölzer unbeschränkten Absatz finden und deshalb Produktionsobjekte bilden?

Für derartige Nutzungsbedingungen würde es völlig zwecklos sein, zu untersuchen, wie sich der Zinsenertrag beim Uebergange von der 60- zur 80jährigen Umtriebszeit gestaltet. Wir haben im sechsten Abschnitt nachgewiesen, daß selbst der Uebergang von der 80jährigen zur 100jährigen Umtriebszeit selten bei geschlossenem Bestandswuchs in Frage kommen, vielmehr selbstverständlich sein wird, weil in 80jährigen Beständen noch kein ausreichend starkes Nutzholz (nur mit etwa 18—20 cm Mittenstärke, cf. S. 238) gewonnen werden kann. Aber der Uebergang in dieser Periode bietet für die Verzinsung viel bessere Verhältnisse, wie der Uebergang von der 100jährigen zur 120jährigen Umtriebszeit, weil der Massenzuwachs im ersteren Falle viel größer ist — und deshalb wollen wir, um auch hier wieder die Maximalleistung des Waldbetriebs festzustellen, den Zinsenertrag für diese Zeit betrachten.

Nach den oben zu Grunde gelegten Untersuchungen von Burckhardt und Robert Hartig steigt der Wertvorrat per Flächeneinheit unter Einrechnung der Durchforstungserträge wie folgt:

*) Vom 80. bis 85. Jahr.

	80. Jahr.	90. Jahr.	100. Jahr.
Burckhardt, Fichten,			
II. Klasse	1,00	1,20	1,37
R. Hartig, Fichten,			
I. Klasse	1,00	1,16	1,28
II. Klasse	1,00	1,21	1,41
Burckhardt, Kiefern,			
II. Klasse	1,00	1,18	—
Burckhardt, Buchen,			
II. Klasse	1,00	1,23	1,46
R. Hartig, Buchen,			
I. Klasse	1,00	1,23	1,42

Die Wertsteigerung per Hektar beträgt somit für Nutzholzbestände höchsten Falls 41% vom 80. bis 100. Jahre; sie ist etwas höher, als man nach der Zunahme des Marktpreises von den schmäleren zu den breiteren Bretter- und Bauholzsorten für die betreffende Erhöhung des Durchmessers (ca. 6 cm vom 80.—100. Jahr) anzunehmen berechtigt sein würde. Auch nach den sächsischen Untersuchungen über die Massenzunahme (mitgeteilt von Kunze) und über den Qualitätszuwachs (mitgeteilt von Schulze) stellt sich das folgende Verhältnis im Wertzuwachs heraus (Durchschnitt aller Bodenklassen):

	80 Jahre.	90 Jahre.	100 Jahre.
Fichte . . .	1,00	1,11	1,22
Kiefer . . .	1,00	1,09	1,18

Die (nicht nachgewiesenen) Zwischennutzungserträge werden dieses Verhältnis nur unwesentlich verändern*).

Die Frage, welchen Zinssatz der Besitzer einer kleinen Waldung erzielen wird, indem er die Holzbestände vom 80. bis zum 90. Jahre oder vom 90. bis zum 100. Jahre fortwachsen läßt, ist somit leicht zu lösen. Da $1{,}02^{10} = 1{,}22$ und $1{,}02^{20} = 1{,}49$, so ist klar, daß selbst in diesem günstigsten Falle keine 2% erzielt werden können — nicht einmal für den Holzverkaufswert im 80. Jahre, ganz abgesehen von den 20jährigen Zinsen des Bodenwertes, d. h. dem Wert des nachgezogenen Bestands.

c. Welcher Zinsenertrag ist in einer größeren Waldung mit Holzvorräten für die 80jährige Um=

*) Man hat zwar in Sachsen per Jahr 2—3% für die genannte Zeit angenommen; aber man hat den Massenzuwachs an 8—10 Stämmen per Hektar, die normal erwachsen waren und nicht bald der Zwischennutzung verfallen, d. h. prädominierend waren, ermittelt und hier selbstverständlich einen viel höheren Massenzuwachs gefunden, wie später Kunze für die Vollbestände.

triebszeit durch den Uebergang zur 100jährigen Umtriebszeit zu erreichen?

In größeren Waldungen ist die jährliche, annähernd gleiche Nutzung oberste Wirtschaftsbedingung. Der Besitzer einer großen Privatwaldung kann nicht alle 40—60jährigen Bestände 60- bis 80jährig und alle 60—80jährigen Bestände 80—100jährig werden lassen und hierauf dieselben in 20 Jahren, jährlich den 80- oder 100jährigen Bestand mit der Gesamtfläche benutzen *). Denn abgesehen von der Ueberführung des Markts nach 20 Jahren würde dieser Besitzer von jetzt an zwanzig Jahre lang auf den Bezug der Haubarkeitserträge verzichten müssen und dieser Vorgang würde sich nach 60 oder 80 Jahren wiederholen (es würden im ersteren Falle 60jährige und keine 80jährigen und im zweiten Falle 80jährige und keine 100jährigen Bestände hiebsfähig sein). Dieser Waldbesitzer kann nur allmählich zur höheren Umtriebszeit übergehen, indem er den bisherigen Geldertrag ermäßigt und den Geldertrag nach Herstellung des Vorrats, der für die höhere Umtriebszeit erforderlich ist, entsprechend verstärkt. Wie stellt sich in diesem Falle die erreichbare Verzinsung für die Anlage der bei Fortsetzung der bisherigen Abtriebszeit beziehbaren Rente im Holzvorrat des Waldes?

Vor allem ist zu beachten, daß die Wertzunahme pro Flächeneinheit nicht mehr direkt maßgebend ist. Im nachhaltigen Betriebe ist nicht nur, wie schon bemerkt wurde, der Vorrat für den höheren Umtrieb durch Einschränkung der Nutzung, welche ohne Umtriebs-

*) Bei der Bewirtschaftung größerer Waldungen, welche die Befriedigung des Holzkonsums weit ausgedehnter Länderstriche als Ziel ins Auge faßt, kommt in erster Linie die Zeitdauer des Nutzungsumlaufs in Betracht (die „normale Umtriebszeit", der „Einrichtungszeitraum"). Hiernach richtet sich die „konkrete Abtriebszeit" der Einzelbestände eines Wirtschaftsverbands; d. h. es ist lediglich innerhalb des festen Rahmens der normalen Umtriebszeit die nutzbringendste Abtriebsreihenfolge der Einzelbestände zu ermitteln. Die Feststellung der konkreten Abtriebszeit im aussetzenden Betrieb ist höchst selten Aufgabe der technischen Ertragsregelung. Ich habe dieselbe erörtert, weil dabei die Rentabilitätsfaktoren am klarsten und durchsichtigsten hervortreten. Für die in diesem Abschnitt zu behandelnde Frage, durch welche Erntezeiten das nachhaltige Reineinkommen der deutschen Nation am belangreichsten erhöht wird, hat die finanzielle Hiebsreife der Bestände, die der spekulative Besitzer einer kleinen Waldung zur Fruktifizierung des Zinsenertrags beachten wird, nur eine untergeordnete Bedeutung (cf. S. 287).

erhöhung gestattet sein würde (bei der Wahl zwischen dem 80jährigen und 100jährigen Umtrieb dem 80jährigen Turnus entsprechen würde), herzustellen; es fällt auch schwer in die Wagschale, daß nach der Herstellung des Vorrats die Schlagfläche, die bisher 1/80 der Gesamtwaldung umfaßt hat, auf 1/100 der Gesamtfläche zu beschränken ist. Wenn man, um dieser Anforderung zu genügen, eine 100jährige Uebergangszeit (Einrichtungszeit) annimmt und die Werterträge der 1—80jährigen Bestände in die Nutzungsperioden der 100jährigen Umtriebszeit verteilt, so ergibt die Berechnung des Zinsenertrags, daß nicht, wie oben für die Flächeneinheit vermittelt wurde, die Verzinsung vom 80jährigen zum 100jährigen Umtrieb bis zu 2% steigt, sondern höchsten Falls 1,0 bis 1,1% beträgt.

Man sieht auf den ersten Blick, daß der Gewinn, den der Waldbesitzer bei jährlicher Wirtschaft durch die Erhöhung der bestehenden Umtriebszeit überhaupt erreichen kann, nicht sonderlich verlockend ist — ganz abgesehen von den Kosten, welche behufs Herstellung des größeren Vorratskapitals zu opfern sind. Der jährliche Abgabesatz in einem Wirtschaftsbezirk von 1000 ha Größe steht bei der obigen Maximalsteigerung des Ertrags im folgenden Verhältnis:

	Verhältnis per Flächeneinheit.	Jahresschlagfläche.	Verhältnis des Jahresertrags.
80jähriger Umtrieb.	1,00	12,5	1,000
90 „ „	1,21	11,1	1,074
100 „ „	1,41	10,0	1,128

Wenn der Waldbesitzer eine Waldung, die für das 80. Altersjahr regelmäßig abgestufte Altersklassen hat, vom 80jährigen in den 100jährigen Umtrieb überführen will, so kann derselbe, wie die genannte Verteilung der nach dem obigen Verhältnis (1,00 : 1,21 : 1,41) anwachsenden Werterträge in die Perioden zeigt, nicht voll 93% des früheren Ertrags beziehen, wenn er nachhaltig wirtschaften und den höheren Vorrat für die 100jährige Umtriebszeit einsparen will. Dieser Jahresverlust (7,0 M. von 100 M.) bringt allerdings nach 100 Jahren einen Jahresgewinn von 12,8 M. ein. Aber wenn auch der Waldbesitzer statt 100 M., die bei fortgesetzter 80jähriger Umtriebszeit eingehen würden, nach 100 Jahren beginnend 112,8 M. einnehmen kann, so ergibt anderseits ein jährlicher Verlust von 7,0 M., mit 1% und Zinseszinsen 100 Jahr lang angelegt, ein Kapital von 1193 M. Bei dieser Verzinsung der Geldanlage würde der Waldbesitzer vom 100. Jahre an 11,93 M. jährlich mehr beziehen, während er bei der Anlage im Walde 12,8 M. erhält. (Bei der Geldanlage mit 1,1% würde der Waldbesitzer etwas mehr — 15,28 M. — erhalten.)

Man sieht, die Zinseszinsformeln können bei der Umtriebsbestimmung in geschlossenen Hochwaldbeständen nur mit äußerst

geringen Zinssätzen Anwendung finden. Die Regel für die Umtriebsfestsetzung lautet vielmehr: Wenn der Waldbesitzer von seinem Waldboden den höchsten Zinsenertrag gewinnen will, so muß er Nutzholzwirtschaft im Baumholzbetrieb (oder Eichenschälwaldbetrieb) einführen. Wenn aber die ältesten Bestände der geschlossenen Hochwaldungen mit der Hauptmasse zu Nutzholz verwertet werden können, so sind sie finanziell hiebsreif. Eine Erhöhung der Umtriebszeit würde den Zinsenertrag schmälern.

d. Welchen Zinsenertrag liefert die Herabsetzung der Umtriebszeit, wenn in einem jährlich zu benutzenden Walde Holzbestände für 100—120jährige Umtriebszeiten vorhanden sind?

Die vorstehenden Betrachtungen haben zumeist sog. akademischen Wert. Die Holzvorräte in den deutschen Waldungen sind thatsächlich nicht für 70—80jährige, sondern für 100—120jährige Umtriebszeiten, mehr oder minder regelmäßig im Alter abgestuft, angesammelt worden; in den 80—120jährigen Beständen ist die größte Masse des Holzvorrats aufgespeichert. Zur Erzielung der höchsten Bodenrente sind die Umtriebszeiten nicht zu erhöhen, sondern herabzusetzen. Wenn man herabgehen will bis zu 60—80jährigen Umtriebszeiten, so ist eine ganz enorme Verstärkung der Nutzungen die nächste Folge. Man muß offenbar die volkswirtschaftlichen und finanziellen Wirkungen dieser Uebernutzung in Betracht ziehen. Kann die deutsche Nation dieses sehr beträchtliche Mehrangebot von Walderzeugnissen mit Fortbestand der bisherigen Preise (also mit Verhütung der Holzverschwendung) konsumieren, so würde allerdings die Rentabilitätsuntersuchung direkt maßgebend sein. Allein diese Voraussetzung ist nicht ohne weiteres, namentlich für das Brennholz und die schwächeren Nutzhölzer, gestattet. Sinken die Preise im gleichen Verhältnis, wie das Angebot steigt, so erscheint die Rentabilität des 100—120jährigen Umtriebs in einem ganz anderen Lichte. Man muß offenbar berechnen, welchen Zinsenertrag die bisherige Rente für das reduzierte Vorratskapital, für den **thatsächlichen** Verkaufswert der Holzvorräte zu gewähren vermag und wird wahrscheinlich denselben genügend finden. Man muß mit andern Worten das Conto der kurzen

Umtriebszeit mit einem großartigen Kapitalverlust von vorn herein belasten.

So ist die Sachlage im deutschen Walde infolge der bisherigen Bewirtschaftung desselben im Hochwaldbetrieb mit hohen Umtriebszeiten und infolge der Erziehung dieser Hochwaldbestände im dichten Kronenschluß. Der Schwerpunkt der Rentabilitätsfrage würde bei Fortsetzung dieser Bewirtschaftungsart in der Untersuchung liegen, welcher Nutzeffekt oder Unternehmergewinn faktisch zu erreichen ist, wenn die bestehenden, zumeist 100—120jährigen Umtriebszeiten durch Verstärkung der Jahresnutzungen beträchtlich verkürzt werden und wie viel von diesem Gewinn durch Sinken der Holzpreise wieder verloren gehen wird, wenn das bisherige Angebot ohne Steigerung der Nachfrage sehr wesentlich verstärkt werden muß.

Jede Untersuchung in dieser Richtung ist aber von vorn herein zwecklos, so lange die Holzerziehung im Kronenschluß maßgebend bleibt. Man hat in Sachsen die Mittenstärke der Stämme des finanziellen Umtriebs (3 %) für Zuwachsverhältnisse, die viel höher angenommen wurden, als den sächsischen Normalertragstafeln entsprochen hätte, wie folgt ermittelt:

Fichten,	I. Kl. bis II. Kl.,	55—60jähr.	Umtriebszeit	20 cm
„	II. „	70—75 „	„	19,5 „
„	II. Kl. bis III. Kl.,	70—75 „	„	19,5 „
„	. . . . III. „	70—75 „	„	18,5 „
„	III. Kl. bis IV. Kl.,	75—80 „	„	17,5 „
„	. . . . IV. „	85—90 „	„	18 „
„	IV. Kl. bis V. Kl.,	90—95 „	„	17 „
Kiefern,	III. Kl.	60—65 „	„	16 „
„	III. Kl. bis IV. Kl.,	60—65 „	„	15 „
„	IV. „	60—65 „	„	15 „

Was würde man mit einer derartigen Stangenholzwirtschaft bezwecken? Welche Waldzustände würde man den Nachkommen überliefern? Die Stangen würden sicherlich mit $^2/_3$ bis $^3/_4$ als Brennholz und einem Erlös, der kaum die Fällungskosten deckt, in der Zukunft verwertet werden müssen.

Aber auch die Uebernutzung würde nicht ohne Nachteil bleiben. Der Verfasser hat auf Grund der Burckhardtschen Wertertragstafeln für Buchenhochwald nachgewiesen, daß der Uebergang vom 110jährigen Umtrieb in den 60—70jährigen Umtrieb, welcher die Jahresfällung um 33 bis 45% verstärken würde, im höchsten Falle, bei einer Zinsforderung von 5%, nur eine Erhöhung der (vom 110jährigen Umtrieb gelieferten) Rente von 100 auf 116 bis 121 bewirken würde. Dieser Gewinn würde verloren gehen, wenn die Holzpreise von 100 auf 86 oder 82 fallen sollten, was offenbar höchst wahrscheinlich ist.

Die Verzinsungsverhältnisse der Waldbestände liegen sonach klar am Tage. Die spekulative Geldwirtschaft wird notwendig den Zeitpunkt abzuwarten haben, wo die nur zu Brennholz brauchbaren Stangen- und angehenden Baumhölzer mit der Hauptmasse zu Nutzholz verwendungsfähig geworden sind. Die geschlossenen Holzbestände sind finanziell hiebsreif, sobald dieser Zeitpunkt gekommen ist. Wenn aber in größeren Waldungen Holzvorräte für 100—120jährige Umtriebszeiten vorhanden sind, so kann von einem Uebergang zu 60—80jährigen Umtriebszeiten keine Rede sein, weil ja die Wertlosigkeit der Bestockung, welcher die spekulative Geldwirtschaft um jeden Preis entrinnen muß, wieder hergestellt würde.

Ich muß jedoch am Schluß dieser Untersuchung mit besonderem Nachdruck betonen, **daß der Waldbetrieb keineswegs** (selbst bei der Forderung von Zinseszinsen) **an und für sich unrentabel ist, wenn der Waldboden zur Nutzholzzucht benutzt werden kann.** In den Staatswaldungen des Königreichs Sachsen, die nach der mittleren Bodengüte keineswegs besonders hervorragen werden, wurde bei 95jähriger Umtriebszeit in den Jahren 1874/78 ein Reinertrag von 4179 M. pro Hektar bezogen; dieser Ertrag liefert Zinsen und Zinseszinsen mit 3%, (und diesen Zinssatz pflegt man gewöhnlich für die Bodenwirtschaft anzunehmen) für einen Bodenwert von 268 M. pro Hektar. — Der Waldboden im deutschen Reiche (nahezu 14 Millionen Hektar) ist nur selten zu einem lukrativen Feldbau geeignet; er würde größtenteils als Viehweide mit einem kaum nennenswerten Ertrage

benutzt werden müssen (lediglich der Verzinsungsgang der Holzstände im höheren Alter ist eigenartig, cf. S. 297).

Die Verbesserung dieser Verzinsung ist allerdings — darüber besteht kein Zweifel — von den Forstwirten zu erstreben. Allein bei der Holzzucht, welche die Bäume in den dichten Kronenschluß zusammendrängt, würde sich dieses Ziel — auch bei genügendem Absatz für die Mehrnutzung — nur erreichen lassen, wenn die Holzkonsumtion zur vorherrschenden Verwendung von 10—15 cm breiten Brettern und Bauhölzern veranlaßt werden könnte. Denn außerdem würde bei wesentlicher Herabsetzung der Umtriebszeiten die Nutzung bald in Bestandsalter gelangen, deren Holzmasse zu Nutzholz unverkäuflich sein würde. Man würde der Entwertung des Waldes nur durch die Rückkehr zu höheren Umtriebszeiten entrinnen können.

Dagegen läßt sich eine sehr wesentliche Erhöhung der Verzinsung ohne alle Bedenken erzielen, wenn die anzustellenden Untersuchungen die bis jetzt zu vermutende Leistungsfähigkeit des Lichtwuchsbetriebs bestätigen sollten. Wir werden den Nachweis in der letzten Abteilung dieses Abschnitts erbringen.

Der Leser wird jedoch erstaunt einwenden: Preßler wollte nicht nur den Waldbetrieb hinführen zu einer Verzinsung des Bodenkapitals mit $3^1/_2$ bis $4^1/_2\,^0/_0$, er wollte außerdem die Waldrente auf den zehnfachen und fünfzehnfachen Betrag der bisherigen Rente erheben. Die Diskussion der Preßlerschen Bodenrententheorie hat in den letzten 20 Jahren den ersten Rang in der Forstlitteratur eingenommen. Man hat die mathematische Richtigkeit der Preßlerschen Kalkulation allgemein zugestanden und was wissenschaftlich richtig ist, muß auch maßgebend für die Praxis sein. Ich werde sonach die sonderbaren Vorgänge, welche die Aufstellung der Preßlerschen Formeln begleitet und die an die Durchführung des sog. Reinertragswaldbau geknüpften Erwartungen hervorgerufen haben, näher beleuchten müssen.

2) Die Begründung und die Bekämpfung der sog. Reinertragswirtschaft.

Die Ermittelungsart des Bodenwertes bei verschiedenen Abtriebszeiten der Holzbestände, welche Hofrat Preßler gelehrt hat, wurde schon oben dargestellt (Seite 277). Wir haben gesehen, daß

man mittels der vorgeschlagenen Untersuchungen die einträglichste Benutzung einer holzleeren Fläche theoretisch genau feststellen kann, vorausgesetzt, daß die berechtigte Zinsforderung keinem Zweifel unterliegt. Man kann den Nutzeffekt, den die lukrativste Umtriebszeit im Vergleich mit den bisher gebräuchlichen oder sonst wählbaren Umtriebszeiten erreichen läßt, genau bestimmen. Man kann zweitens für die vorhandenen, normal oder abnorm beschaffenen Holzbestände die konkrete Abtriebszeit, welche bei einer bestimmten Verzinsungsforderung nicht zu überschreiten ist, feststellen.

In wenigen Stunden war die Umtriebszeit, welche für holzleere und normal bestockte Waldungen nach Maßgabe der damals (1861) ausschließlich benutzbaren Burckhardtschen Wertertragstafeln für die zweite Standortsklasse die einträglichste ist, zu berechnen. Man würde gefunden haben, daß der Bodenerwartungswert bei den nachfolgenden Umtriebszeiten mit den beigesetzten Beträgen pro Hektar gipfelt (Berechnung von Seckendorff):

Rotbuche	4%,	57. Jahr,	26 M.
"	3%,	64. "	109 "
"	2%,	76. "	337 "
Kiefer	4%,	63. "	142 "
"	3%,	66. "	349 "
"	2%,	71. "	874 "
Fichte	4%,	58. "	472 "
"	3%,	66. "	962 "
"	2%,	73. "	2268 "

Ebenso ließ sich mit einem etwas größeren Arbeitsaufwand eine Tabelle berechnen, welche die Wertzunahmeprozente für 5jährige oder 10jährige Perioden auf die verschiedenen Grundkapitale bezogen haben würde.

Wenn sich Preßler auf Erörterung der Verzinsungsverhältnisse des aussetzenden Betriebs in einer kleinen Waldung beschränkt haben würde, so würde man diesen Beitrag zur Ausbildung der Methoden der forstlichen Rentabilitätsrechnung (namentlich hinsichtlich der Auswahl der anzubauenden Holzarten und der Feststellung der Abtriebsreihenfolge) als ein hervorragendes Verdienst allseitig anerkannt haben. Ich glaube nicht, daß die mathematische Beweis-

führung eine weitgreifende praktische Bedeutung erlangt haben würde, weil die Bodenwerte, die man bei verschiedenen Zinssätzen — namentlich bei 2 und 3% — findet, zu stark divergieren (z. B. für Fichtenbestände in obiger Seckendorffscher Berechnung zwischen 962 und 2268 M. per Hektar). Allein die Forstwirte würden auf die Beachtung des Wertzuwachses hingewiesen worden sein, der unbestritten den Wegweiser bei den forstlichen Maßnahmen zu bilden hat*).

Aber Preßler ging viel weiter. Derselbe unterstellte ohne genaue Untersuchung, daß die Rentabilität der Umtriebszeiten in großen Waldungen genau dem Verhalten der Bodenerwartungswerte folgt. „Wer durch Wirtschaften die Kunst versteht," so sagt Preßler, „den Wert des Bodens durch den Reinertrag desselben auf sein Höchstes zu bringen, kann die Bodenkraft mit einer gegen früher fast 15mal höheren Rente verwerten."

Als Beweis für diese Behauptung vergleicht Preßler die 100jährige und die 60jährige Fichtenwirtschaft. Bei letzterer sind durch intensiven Zwischennutzungsbetrieb die Vorerträge gesteigert und zugleich ist die Kulturausgabe von 10 auf 5 Thlr. per Joch verringert worden. Die beiden Umtriebszeiten liefern folgende Jahreserträge per Joch und erfordern den beigesetzten Kostenaufwand:

	60jähriger Umtrieb.	100jähriger Umtrieb.
Jahre.	Thlr.	Thlr.
30	20	—
40	40	20
50	80	—
55	150	—
60	250	40
80	—	100
100	—	800
Jahresertrag . .	9,0	9,6
Kulturkosten . .	5	10
Sonstige Kosten .	1	1

Die Berechnung der Bodenerwartungswerte bei einem Zinssatz von 3½% ergibt für den 60jährigen Umtrieb:

*) Trotzdem hat sich Preßler durch die Anregung der Erörterungen über den Wertzuwachs und die Verzinsungsverhältnisse der Waldbestände ein hervorragendes Verdienst um das Forstfach erworben. Der Verfasser darf wohl diese Anerkennung aussprechen, denn er ist sicherlich von allen Gegnern Preßlers am ausgiebigsten und am gründlichsten von diesem etwas heißblütigen Schriftsteller geschmäht worden.

Jetztwert der Einnahmen	98,4 Thlr.
„ „ Ausgaben	34,3 „
Folglich Bodenerwartungswert	64,1 Thlr.

Dagegen ergibt die Berechnung für den 100jährigen Umtrieb:

Jetztwert der Einnahmen	43,5 Thlr.
„ „ Ausgaben	38,9 „
Folglich Bodenerwartungswert	4,6 Thlr.

Es ergibt sich sonach, so behauptet Preßler, fast die 15mal höhere Rente. Außerdem werden, wie Preßler in einem anderen Beispiel betont, alle über 60jährigen Holzbestände disponibel.

Preßler glaubt sonach, daß auch in größeren, bestockten Waldungen die Nutzeffekte, die man durch die Wahl verschiedener Abtriebszeiten erreichen kann, den Unterschieden kongruent seien, die sich im Jetztwert der Waldblößen und deren Renten für den betreffenden Zinssatz bei der Diskontierung der einstmaligen Erträge herausstellen. Die Sachlage ist jedoch eine wesentlich andere. Selbst beim aussetzenden Betriebe sind die Unterschiede im Bodenerwartungswert in keiner Weise maßgebend für den erreichbaren Gewinn; vielmehr sind dieselben teils (bei normalen Beständen) zu prolongieren, teils zu diskontieren und dabei verändern sich alle anderen Faktoren der Rechnung im zuletzt genannten Falle. Man muß für die Berechnung des Reinertrags im aussetzenden Betriebe, wenn der Waldboden bestockt ist, gründlich veränderte Formeln anwenden. Der Verfasser hat dieselben 1879 veröffentlicht; die Mitteilung würde hier zu weit führen.

Uebrigens ergibt eine kurze Berechnung einzelner Bestände der von Preßler angeführten Fichtenwaldung mit den für seine Zwecke günstigen Ertragsangaben, daß der Waldbesitzer unmöglich den 14fachen Betrag der Rente durch den Reinertragswaldbau erzielen kann. Wenn er den 60jährigen Bestand sofort abholzt, so erhält er 250 + 64,1 = 314,1 Thlr., wenn er denselben 100jährig werden läßt und 40 Jahr lang die Kosten für Forstschutz ꝛc. mit jährlich 1 Thlr. bezahlt, so erhält er einen Jetztwert von 272,2 Thlr., also im ersteren Falle nur 15% und nicht 1300% mehr. Und wenn derselbe den 30jährigen Bestand nicht im 60. Jahr, sondern im 100. Jahr benutzt, so erhält er statt 245,5 Thlr. nur 92,8 Thlr., also bei 60jähriger Abtriebszeit den 2,65fachen Betrag statt dem 14fachen. Dieser letztere Satz gilt lediglich für die Blöße.

Die Preßlersche Methode der Rentabilitätsrechnung ist sonach selbst für die Benutzung einer kleinen Waldung, die man zu beliebiger Zeit abhauen kann, unrichtig. Man kann zwar, wenn eine genaue örtliche Wert-

ertragstafel vorliegt, die Zeit des nutzbringendsten Abtriebs für die wahlfähigen Zinssätze bestimmen; aber es hat kaum praktischen Wert, zu wissen, daß dieser Zeitpunkt bei der Fichte im 58. Jahre eintritt, wenn man einen Zinsfuß von 4% und im 73. Jahr, wenn man einen Zinsfuß von 2% zu Grunde legt (siehe oben). Wenn der Waldbesitzer das Risiko, das zumeist mit der Verwertung des jüngeren Holzes — der Nutzholzstangen und schwachen Bauhölzer — verbunden ist, tragen soll, so wird er zuvor genau wissen wollen, ob der Zinsengewinn ein ausreichendes Korrelat bilden kann.

Aber die Anwendung der Bodenwertberechnung zur Normierung der forstlichen Umtriebszeiten sollte nicht auf kleine Waldungen mit aussetzendem Betriebe beschränkt bleiben; sie war vielmehr in erster Linie auf die nachhaltig mit 80—120jähriger Umtriebszeit bewirtschafteten Waldungen gerichtet. Die Forstwirte haben allgemein zugestanden, daß für diesen nachhaltigen Betrieb die Preßlersche Berechnungsart des Nutzeffektes „mathematisch richtig" sei und nur die praktische Durchführung nicht frei von Bedenken bleibe.

Allein weder Preßler, noch seine Anhänger haben untersucht, wie sich die Rentabilitätsfaktoren — speciell die Bodenrenten — verhalten, wenn im nachhaltigen Betrieb ein Wechsel der Umtriebszeit zu vollziehen ist. Ich will versuchen, dieses Verhalten der Bodenrenten möglichst anschaulich darzustellen. Für jede Umtriebszeit kann man, wie wir gesehen haben, einen bestimmten Bodenerwartungswert berechnen und wenn die betreffende Umtriebszeit beständig eingehalten wird, so verzinst jeder Bestand diesen Bodenerwartungswert mit dem angenommenen Zinsfuß — der 30jährige mit den 30jährigen Zinsen, der 60jährige mit den 60jährigen Zinsen und der 120jährige mit den 120jährigen Zinsen. Wird nun beispielsweise gefunden, daß ein um 100 M. höherer Bodenerwartungswert durch die 60jährige Abtriebszeit an Stelle der 120jährigen, mit dem angenommenen Prozentsatz verzinst wird, so muß man selbstverständlich, bevor man den berechneten Gewinn dem Waldbesitzer in Aussicht stellen kann, untersuchen, ob und wie weit der Abtrieb sämtlicher Bestände des Betriebsverbandes im 60. Jahre möglich ist. Man sieht auf den ersten Blick, daß diese Nutzung des gleichen Jahresertrags im 60jährigen Holzalter nur dann möglich werden

wird, wenn 1—60jährige Normalbestände vorhanden sind; nur in diesem Falle wird Jahr für Jahr der Bodenwert derjenigen Fläche, welche in jedem Jahr der Zukunft vor 60 Jahren Blöße war, voll verzinst.

Wenn aber die betreffende Waldfläche mit Holzbeständen bestockt ist, die für die bisher eingehaltene Umtriebszeit, hier für 120 Jahre, eine mehr oder minder regelmäßige Abstufung im Alter haben, so können selbstverständlich die Zinsen für den Bodenwert der 60jährigen Umtriebszeit erst dann voll bezogen werden, wenn die Altersstufenfolge für den 60jährigen Umtrieb hergestellt ist. Das geschieht aber im jährlichen Betriebe nicht plötzlich, sondern in der Regel in 60 Jahren ganz allmählich. Inzwischen kommen die vorhandenen Bestände im 119., 118 . . . . jährigen Alter zur Nutzung. Es können sonach 60 Jahr lang nur die Zinsen für den konkreten Bodenwert des 119=, 118 . . . . jährigen Ertrags eingeerntet werden, während die Differenz zwischen dem normalen und konkreten Bodenwert (anfänglich 100 M.) erst nach der vollzogenen Verjüngung successive von den Nachwuchsschlägen verzinst wird. Während Preßler irrtümlich angenommen hat, daß alle Bestände auch im nachhaltigen Betrieb den 60jährigen Bodenerwartungswert verzinsen, sobald die Einführung dieser finanziellen Umtriebszeit beschlossen ist, ist dieser Gewinn fortgesetzt zu diskontieren und dabei schrumpft derselbe auffallend stark zusammen*). (Die Betrachtung der anderen, gleichfalls wechselnden Rentabilitätsfaktoren — Bestandswert, Kulturkosten 2c. — würde hier zu weit führen.)

Auch die Interpreten der Bodenrentenrechnung haben niemals untersucht, wie sich diese Rentabilitätsfaktoren bei einer Verrückung der Umtriebszeit im nachhaltigen Betriebe verhalten. Sie haben genau dargestellt, wie sich die auf der Waldblöße erzogene normale Bestockung nach Bestandskostenwert, Bestandserwartungswert, Verzinsung des Produktionsfonds 2c. verhält und auch die verschiedenen Verjährungsarten ermittelt, durch welche man die finanzielle Hiebsreife der bereits vorhandenen, abnormen Bestände

---

*) In einem vom Verfasser früher betrachteten Beispiel beträgt der Preßlersche Nutzeffekt 113%, der thatsächliche Gewinn dagegen nur 13% (bei 80jähriger Uebergangszeit).

feststellen kann. Aber damit kann selbstverständlich die Frage nicht gelöst werden, ob man alle über 60—70jährigen Holzbestände in Deutschland, deren „Weiserprozent“ selbstredend unter 3% steht, so rasch als möglich abhauen soll. Zwar hat Gustav Heyer auch den Nachhaltbetrieb in den Kreis seiner Erörterungen gezogen; aber er hat lediglich den oben zuerst genannten Fall vorausgesetzt — das Vorhandensein der Idealbestockung für die finanzielle (dort 60jährige) Umtriebszeit. Wenn die finanzielle Umtriebszeit, die herrlichste von allen, seit 50, 60, 70.... Jahren irgendwo besteht, so kann selbstverständlich die Wahl der Umtriebszeit nicht mehr in Frage kommen. Liegt neben dieser Betriebsklasse eine andere mit 120jährigem Normalvorrat, so kann man allerdings, so lange die 120jährige Umtriebszeit fortgesetzt wird, einen konstanten Unterschied der Bodenwerte annehmen. Wenn aber die einträglichste Umtriebszeit aufzusuchen ist (und das ist doch wohl die Aufgabe der Rentabilitätsberechnung), so treten bei der Berechnung sofort neue Bodenwerte, beständig wechselnd, an die Stelle der 120jährigen Bodenwerte (119jährigen, 118jährigen ....) und alle übrigen Faktoren werden nicht minder wechselvoll. Man gelangt bei der Durchführung der richtigen Rechnung fast stets zu der Erkenntnis: *im nachhaltigen Betriebe läßt sich durch die Herabsetzung der Umtriebszeit* (selbst bei dem Wertzuwachsgang, den die Burckhardtschen und Hartigschen Ertragstafeln verzeichnen) *in den meisten Fällen nur ein so unbeträchtlicher Gewinn erzielen, daß es unvorsichtig, ja thöricht sein würde, die Nachteile, die mit der Uebernutzung verbunden sind, zu riskieren.* Und dieser Thatsache gegenüber hat der Umstand, daß die *Waldrente* bei einem bestimmten Zinssatz in der Nähe des Gipfelpunkts der *Bodenrente* oscilliert, lediglich doktrinäre Bedeutung. Denn der berechtigte Waldzinsfuß wird niemals bestimmt werden können; ausschlaggebend ist *die Erhöhung des Jahresertrags.*

Das ist der Stand, den die Entwicklung der Preßlerschen Bodenrententheorie heute einnimmt. Bei der langjährigen, heftigen und teilweise erbitterten Diskussion ist niemals die in der vorigen Abteilung behandelte Frage gestellt worden: welchen Zinsenertrag liefert überhaupt der Zuwachs der geschlossenen Holzbestände? Man

hat die mathematische Richtigkeit dieser eigenartigen Feststellung des erreichbaren Nutzeffekts bereitwilligst zugestanden.

Die frühzeitige Kulmination des Bodenerwartungswertes würde bei Annahme eines mittleren Zinssatzes (z. B. 3%) aus den Rechnungen schon dann nicht resultiert sein, wenn man die Holzpreise, welche sich bei den thatsächlichen Verwertungsverhältnissen im großen Forstbetriebe erzielen lassen, zu Grunde gelegt haben würde. Geht man z. B. von dem Bodenwert aus, der sich bei diesem Zinsfuß für die niedersten Umtriebszeiten, welche ausgiebige Nutzholzwirtschaft ermöglichen, berechnet (in Sachsens Staatswaldungen z. B. für 95jährige Umtriebszeit und den thatsächlichen Ertrag pro 1874—78 268 M. per Hektar, siehe oben), so wird die Verzinsung dieses Bodenwertes durch den Zuwachs der geschlossenen Holzbestände ungefähr den folgenden Verlauf nehmen. In der Jugendzeit der Bestände, solange der Abtrieb nur Reisholz, überhaupt geringes Brennholz liefern würde, wird der genannte Bodenvorrat eine ungenügende Verzinsung durch den Zuwachs von Jahrzehnt zu Jahrzehnt finden. In den späteren Jugendperioden wird sich die Verzinsung dieses Bodenwertes und des erreichbaren Holzverkaufswertes zwar erhöhen, aber sie wird in seltenen Fällen 3% erreichen, auch wenn man mit den (durch den frühen Hieb erzielbaren) geringen Holzverkaufserlösen vorlieb nehmen würde. Diese ungenügende Verzinsung dauert fort bis zu der Wachstumsperiode, in welcher die Hauptmasse der Stangen und der schwachen Baumhölzer die Schaftstärke erreicht, welche sie zu Bauholz und Blochholz benutzbar macht. Während dieser Periode, die nach den örtlichen Absatzverhältnissen früher oder später eintritt, länger oder kürzer ist (bei Grubenholzabsatz ꝛc. früher, dagegen bei ausschließlichem Absatz zu Bau- und Blochholz später), erfolgt ein beträchtlicher Verzinsungsüberschuß, der die früheren Ausfälle wieder ersetzt. Nach diesem Zeitpunkt beginnt aber alsbald wieder die kaum nennenswerte Verzinsung, die wir zuletzt kennen gelernt haben.

Bei richtigen Preisfaktoren würde sonach das Resultat ebenso ausgefallen sein, wie wir es oben geschildert haben. Bis zu dem Bestandsalter, mit welchem die Holzbestände mit der Hauptmasse gebrauchsfähiges Nutzholz liefern, ist die Verzinsung, infolge der starken Steigerung derselben während der unmittelbar vergangenen Wachstumsperiode, mäßigen Anforderungen entsprechend. Sobald dieser Zeitpunkt eingetreten ist, sind die Bestände finanziell hiebsreif.

Man hat jedoch in der **kräftigsten Weise** die **praktische Durchführbarkeit der auf die Bodenrententheorie gestützten Umtriebsfeststellung bekämpft**. Wir müssen die Einwürfe kennen lernen, damit der Leser beurteilen kann, was seit Karl Heyer zur Verteidigung und näheren Begründung der bestehenden Umtriebszeiten vorgebracht worden ist.

Karl Grebe behauptet, daß man mit möglichst hohen Umtriebszeiten die **höchste Massenproduktion** erziele; man brauche für die Befriedigung der Holzbedürfnisse die verhältnismäßig kleinste

Fläche. Indessen wissen die Forstwirte bis heute noch nicht, bei welchen Umtriebszeiten die Massengewinnung kulminiert, es ist lediglich zu vermuten, daß dieser Zeitpunkt den finanziellen Umtriebszeiten, die man bekämpfen wollte, überraschend nahe liegt. Zudem hat die größte Produktion von Rohstoff keinen wirtschaftlichen Wert. Und endlich ist die Beschränkung der Holzproduktion auf die kleinste Fläche keineswegs ein volkswirtschaftliches Axiom; vielleicht liefert die Nutzholzwirtschaft für den ärmeren Feldboden eine größere Bodenrente, wie der Fruchtbau.

Aelteres Holz sei, so meint Karl Grebe weiter, reifer und deshalb besser. Nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen ist jedoch zu vermuten, daß das 60—80jährige Holz die größte Dauer, Tragfähigkeit und Brennkraft haben wird.

Grebe legt ferner der Bildung von Reserven für Feuersbrünste, Stürme und Insektenverheerungen besondere Wichtigkeit bei. Indessen ist ein Bauholzmangel, selbst wenn die größten Städte vom Feuer zerstört werden sollten, bei den heutigen Verkehrsverhältnissen nicht zu befürchten. In Bezug auf Sturm- und Insektenverheerungen würde man aber gerade durch Ueberhalten von Althölzern das Uebel vergrößern.

Endlich glaubt Grebe, daß der Staat auf die Rente der Staatsgüter nicht zu sehen habe, weil der Staat jederzeit unverzinsliche Staatspapiere ausgeben könne — offenbar eine seltsame Ansicht.

Ulrici betont hauptsächlich, daß der Staat, wenn er Vorratskapitalien dem Walde entnehme, dieselben nicht anderweit mit Zinseszinsen anwachsend anlegen könne, weil er keine Geldwirtschaft treiben dürfe. Es könne nur die Anlage durch Schuldentilgung in Betracht kommen. Wenn aber ein 50jähriger Bestand mit 100 Thaler, ein 100jähriger mit 400 Thaler verkauft werden könne, so würde man zwar nach Preßler in 100 Jahren durch zweimaligen Abtrieb des 50jährigen Bestands mit 4% Zinseszinsen 810 Thaler erzielen können. Allein es sei immer besser, die Steuerpflichtigen 50 Jahr lang die Zinsen der 100 Thaler zahlen zu lassen, weil man nach 50 Jahren durch Abtrag von 400 Thaler die vierfache Steuererleichterung eintreten lassen könne. Denn es sei nicht anzunehmen, daß der Steuernachlaß (hier für 100 Thaler) von der

Bevölkerung mit Zinseszinsen angelegt werde. Aber offenbar wird die Frage, die Ulrici erörtert, nicht gestellt; es handelt sich nur um die über 80jährigen Bestände, die in 50 Jahren keine 300%, sondern mit einem kaum nennenswerten Prozentsatz (siehe oben) zuwachsen. Wenn der Staat 80jährige, zu Nutzholz gebrauchsfähige Bestände hat und zu untersuchen ist, ob eine weitere Kapitalanlage im Walde oder außerhalb desselben rentabler sein wird, dann wird es nutzbringender erscheinen, Vizinalbahnen zu bauen, auch wenn dieselben nur 1% vom Baukapital rentieren. Zudem darf der Staat, wenn es sich um Tilgung seiner Schuldenlast handelt, sicherlich die lukrativste Geldwirtschaft wählen und nötigenfalls auch Zinsen admassieren.

Franz von Baur wiederholt mehrfach die von Grebe vorgebrachten Einwürfe. Er meint ferner: man müsse nicht allein junges und mittelaltes, sondern auch altes Holz anbieten, um alle Bedürfnisse zu befriedigen. Die arme Landbevölkerung werde durch hohe Brennholzpreise gedrückt (die indessen bei der allgemeinen Einführung des Stangenholzbetriebs kaum zu erwarten sind). Der Zinsfuß sei nur der Lohn für das hergeliehene fremde Kapital, während der Waldbesitzer mit eigenem Kapital arbeite (indessen kann dasselbe auch ausgeliehen und vom Staat zur Schuldentilgung benutzt werden). Der Zinsfuß habe auf die Dauer eine Tendenz zum Sinken. Die Landwirtschaft liefere nur 1½ bis 2% vom Bodenkapital, die Rentenanstalten gewährten Zinseszinsen mit 3 bis 4% nur auf kurze Zeit, etwa 20—40 Jahre.

Heinrich Bose und Karl Fischbach haben den mathematischen Kalkul angegriffen. Bose hat die Verschiedenheit der Vorratsrente bei ungleich großen Normalvorräten nicht beachtet. Fischbach hat besonders darauf hingewiesen, daß die von Preßler für den aussetzenden Betrieb vorausgesetzte Gleichheit der Abtriebsflächen bei den Jahresflächen des nachhaltigen Betriebs nicht vorhanden sei, wenn man verschiedene Umtriebszeiten einhalte, was ja richtig, aber, wie man bei der Vergleichung normaler Altersabstufungen für verschiedene Umtriebszeiten finden wird, nicht allein maßgebend ist. Ferner hat Braun, gestützt auf Erfahrungen im Großherzogtum Hessen, nachgewiesen, daß die Holzpreise bei einer Verstärkung des Angebots sinken.

Endlich hat der Verfasser nicht nur die Richtigkeit der Rechnungsregeln in der oben angeführten Richtung zu bekämpfen gesucht; er hat statt dessen vorgeschlagen, den erreichbaren Unternehmergewinn durch Bestimmung des Jetztwerts einer Waldung bei verschiedenen Umtriebszeiten und den wählbaren mittleren Zinssätzen zu ermitteln. Dieser Gewinn ist zu vergleichen mit den Nachteilen, welche eine etwaige Uebernutzung mit sich bringen wird und zu diesem Zweck ist der Prozentsatz der Uebernutzung im Vergleich mit dem bisherigen Materialetat dem Gewinn gegenüberzustellen. Der Verfasser hat lediglich beabsichtigt, auch der Umtriebsbestimmung ein festes und beweiskräftiges Fundament zu geben und dadurch die Aufmerksamkeit der Forstwirte auf die Holzgattungen, Betriebsarten und Umtriebszeiten hinzulenken, welche die volkswirtschaftlich gebotene Erhöhung des Waldreineinkommens in vorderster Reihe herbeiführen werden. Er wollte zugleich die Forstwirtschaft sicher stellen gegen die Angriffe der Volksvertreter, Waldbesitzer ꝛc., die ja unausbleiblich sind und schon ihre Schatten voraus geworfen haben. Die genaue Darstellung des Verfahrens gehört nicht hierher.

Praktisch versucht ist die Preßlersche Bestimmungsart der Umtriebszeiten, so viel bekannt geworden ist, nur in den Staatswaldungen des Königreichs Sachsen. Man hat hier die Hiebsreife der Bestände nach der Verzinsung der Boden- und Bestandswerte bestimmt (siehe S. 278 „Weiserprozent"). Judeich hat dieses Verfahren die „Bestandswirtschaft" genannt. Aber die Untersuchung, ob der Zuwachs 3% Zinsen liefert, hat einen Einfluß auf die Feststellung des Umtriebs in den sächsischen Forsten nicht gehabt, der ihr auch, wie wir gesehen haben, nicht gebührt. „Man kann höchstens anführen, daß der planmäßige Umtrieb in den Jahren 1870/79 von dem 80jährigen auf den 76jährigen gestellt worden ist" (Beyreuther). Dagegen beträgt die nach der Schlagfläche wirklich befolgte Umtriebszeit noch immer 1875/79 95 Jahre.

III.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Lichtwuchsbetriebs und die Verzinsungsverhältnisse desselben.

Bei dem langsamen Wachstumsgange der geschlossenen Hochwaldbestände nach dem Stangenholzalter und bei dem bisherigen Preisverhältnis zwischen den schwächeren und stärkeren Nutzholzsorten wird jede Rentabilitätsberechnung, welche die Festsetzung der normalen Umtriebszeit nach mehr oder minder hohen Verzinsungssätzen erstrebt, eingreifende praktische Bedeutung niemals erlangen können, so lange die genannten Bestandsformen beibehalten werden. **Für die geschlossenen Hochwaldbestände** gilt die Regel: jeder Bestand ist hiebsreif, sobald die Stämme diejenige Stärke und Länge erreicht haben, welche sie zu gebrauchsfähigen und marktgängigen Bau-, Werk- und Nutzholzsorten brauchbar macht. Die Aufgabe, welche den Forstwirten bei dieser Erziehungsart der Waldbäume verbleibt, ist lediglich die genaue Ermittelung der Erfordernisse des Holzverbrauchs nach den Holzgattungen und der oben genannten Nutzholzlänge und Stärke. Man wird voraussichtlich die Erhöhung der bestehenden Umtriebszeiten bis zu 120—130 Jahren zu würdigen haben. Ohne Zweifel ist aus gesamtwirtschaftlichen Rücksichten zu wünschen, daß die Holzkonsumenten veranlaßt werden, keine stärkeren Bau- und namentlich Balkenhölzer und keine breiteren Bretter zu verbrauchen, als es für die Zwecke der Verwendung unbedingt nötig ist. Denn es ist nicht zu leugnen, daß in den älteren Holzbeständen des deutschen Waldes riesenhafte und fast gänzlich zinslose Kapitalien aufgehäuft sind, die z. B. zur Aufforstung von Oedländereien, zur Unterstützung der schwer darniederliegenden Landwirtschaft, zur Tilgung der Staatsschulden, zum Eisenbahn- und Kanalbau &c. mit ungleich höherer Wirkung auf die Volkswohlfahrt in unserem Vaterlande verwendet werden könnten, als zur Verstärkung der Stämmedurchmesser um wenige Centimeter. Allein weder die forstliche Theorie, noch die forstliche Praxis wird in dieser Richtung bei Fortsetzung der bisherigen Hochwaldwirtschaft mit Beibehaltung des Kronenschlusses nennenswerte Erfolge zu erzielen vermögen. Die

tiefgreifende Herabsetzung der Umtriebszeiten würde die Nutzholzproduktion in Frage stellen. Vielmehr wird die Erhöhung derselben notwendig sein, aber sie wird die Rente sicherlich nicht verbessern. Die Preise für die Starkhölzer lassen sich nicht beliebig durch Verminderung des Angebots in die Höhe treiben, denn das Eisen wird täglich billiger und andere Ersatzmittel für Starkholz wird die heutige Technik mit Leichtigkeit auffinden. In zehn Jahren nimmt der mittlere Durchmesser der Stämme auf den besseren Waldböden kaum 3—4 cm zu und der Wert der Bretter und Kanthölzer steigt von den schmäleren zu den breiteren Sorten höchstenfalls mit 2% per cm. Deutschland würde noch lange Zeit die Starkhölzer aus den urwaldähnlichen Holzvorräten der Nord- und Ostländer Europas beziehen müssen. Der größte Teil der Waldungen würde im zwanzigsten Jahrhundert vielleicht wertlos werden, wenn die Gewinnung des Brennholzes aufhören sollte. Schon jetzt windet aber der gewaltige Nutzholzimport, welcher jährlich viele Millionen aus dem Deutschen Reich in das Ausland ohne nennenswerten Rückersatz führt, sicherlich der deutschen Forstwirtschaft keinen Ruhmeskranz.

1) Gestattet der Lichtwuchsbetrieb eine bemerkenswerte Herabsetzung der bisher eingehaltenen Hochwaldumtriebszeiten ohne Verringerung der nachhaltigen Nutzholzgewinnung? Für die Fortentwicklung des deutschen Waldbaues ist nicht nur die genaue Bemessung des Massenertrags und der technischen Eigenschaften, welche die Holzgüte bestimmen, und die Auswahl der Nachzucht nach diesen Gesichtspunkten erforderlich: vor allem ist die Frage zu beantworten, ob die Anzucht der gebrauchsfähigen Säge- und Bauhölzer durch den Lichtwuchsbetrieb, den wir im sechsten und siebenten Abschnitt eingehend erörtert haben, wesentlich gefördert werden kann.

Ich habe im sechsten Abschnitt nachgewiesen, daß der Säge- und Bauholzertrag dann ausgiebig gesteigert werden kann, wenn der Lichtwuchsbetrieb eingeführt wird, aber dabei die bisher gebräuchlichen Abtriebszeiten der Holzbestände auch ferner eingehalten werden. Die nationalökonomische Aufgabe der Holzzucht verlangt jedoch die Untersuchung der Frage, ob die Forstprodukte, die im Vollgenuß der Gebrauchsfähigkeit und Markt-

gängigkeit stehen, der holzkonsumierenden Bevölkerung in **kürzerer Zeit, als bisher und hierdurch mit einem geringeren Kostenaufwand geliefert werden können.**

Für die Beantwortung dieser Frage sind leider nur die Untersuchungen des Verfassers benutzbar, die durchaus unzureichend zur Beurteilung einer so wichtigen Frage sind. Ich kann demgemäß die Lösung nur anbahnen, indem ich zu ausgedehnten Untersuchungen und vergleichenden Berechnungen dringend auffordere. Wir haben im sechsten Abschnitt gesehen, daß die Leistungsfähigkeit der heutigen Holzbestockung der deutschen Waldungen — hauptsächlich infolge der Erziehung der Waldbäume im dichten Kronenschluß — auf einer sehr niederen Stufe der Leistungsfähigkeit steht und wir werden sogleich erfahren, daß diese geringe Ertragsleistung durch ein Aufgebot mächtiger Kapitalkräfte, die in den über 80jährigen Holzbeständen admassiert werden müssen, bewirkt wird. Wir haben gesehen, daß dieselben einen Zinsenertrag gewähren, der bei den günstigsten Annahmen (in der Wachstumsperiode vom 80. bis zum 100. Jahre und bei den höchsten Sätzen für die Preissteigerung, die bisher veröffentlicht worden sind) 1% kaum übersteigt. Die denkenden und vorurteilsfreien Fachgenossen werden mit mir einverstanden sein, wenn ich sage, daß es zur Erfüllung der volkswirtschaftlichen Verpflichtungen des Waldbaus dringend nötig ist, vor allem diese Frage durch weitere Untersuchungen und Berechnungen ihrer Lösung entgegen zu führen — und dazu sollen die nachstehenden Betrachtungen, obgleich sich dieselben auf ein völlig unzureichendes Material stützen müssen, anregen.

Wir wollen deshalb einige Blätter der Untersuchung widmen, **ob der Lichtwuchsbetrieb mit 70—80jähriger Umtriebszeit nach den bis jetzt zulässigen Vermutungen den gleichen Nutzholzertrag zu liefern vermag, wie der geschlossen aufwachsende Hochwald mit den bisher eingehaltenen Umtriebszeiten.**

Im sechsten Abschnitt (Seite 216) wurde nachgewiesen, daß auf dem Standort, auf welchem der Verfasser die freiständig im Mittelwalde erwachsenen **Fichten** untersuchte, geschlossene Fichtenbestände im 100. Jahr mit der Hauptmasse keineswegs Blochholzstämme enthalten, welche eine belangreiche Ausnutzung bis 22 cm Zopfstärke gestatten würden. Der Brusthöhendurchmesser des Haubarkeitsbestands wird im 100—110. Jahre auf den untersuchten Bergwänden sicherlich 22—25 cm

nicht wesentlich übersteigen. Ich habe jedoch bei der Vergleichung eine Brusthöhenstärke des Mittelstammes von 33,6 cm, wie sie im 100. Jahr in den geschlossenen Beständen auf dem fetten Boden der Thalsohlen gefunden wird, der Vergleichung zu Grunde gelegt und für diese mittlere Baumstärke einen Blochholzertrag von 76,9 % = 3,27 Festmeter per Hektar und Jahr (hundertjährige Umtriebszeit) gefunden.

Dagegen habe ich für den Lichtungsbetrieb sehr ungünstige Annahmen zu Grunde gelegt, um völlig sicher zu gehen. Ich habe absichtlich eine viel zu geringe Stammzahl (etwa die Stellung des lückigen oberholzreichen Mittelwaldes) angenommen. Thatsächlich wird eine viel größere Stammzahl vollen Lichtwuchs finden und dadurch wird selbstverständlich der Nutzholzertrag wesentlich erhöht werden. Indessen wollen wir bei diesen Annahmen stehen bleiben und nur eine Wiederholung des Lichthiebes in 15 Jahren (statt der früher für die 100jährige Umtriebszeit angenommenen 20 Jahre) unterstellen. Die früher durch wiederholte Kronenfreihiebe erstarkten Stämme werden, so nehmen wir an, im 50. Jahre völlig freigestellt und unterbaut (424 Stück per Hektar). Dieser Lichthieb liefert ebensowenig Bloch- und Balkenholz, wie die Durchforstung der geschlossenen Hochwaldbestände. Im 65. Jahr werden diese 424 Stämme 2/3 der Stammgrundfläche geschlossener Fichtenbestände bilden. Es folgt der zweite Lichtungshieb, welcher 125 Stämme entfernt, die verbleibenden Stämme (299 Stück) bilden im 80. Jahr 2/3 der Stammgrundfläche der geschlossenen Fichtenbestände. Bei diesen für den Lichtwuchsbetrieb sehr ungünstigen und kaum statthaften Unterstellungen liefert die Fichte, auf einem Boden, auf dem geschlossene Fichtenbestände 4,0 bis 4,5 Festmeter jährlichen Haubarkeitszuwachs per Hektar haben:

Hiebsart und Hiebszeit.	Mittelstamm.		Massenertrag per Hektar.	Nutzholzabschnitt bis 24 cm Zopfende.		Sägeholzertrag.	
	Länge.	Brusthöhendurchmesser.		Länge.	Mittlerer Durchmesser.	% des Massenertrags.	per Hektar.
	m	cm	Festm.	m	cm		Festm.
65. Jahr, Lichtung	20,0	30,9	88	7,8	27,3	64,8	57,2
80. Jahr, Abtrieb	22,4	38,1	344	11,3	31,2	75,1	258,6

Mit 80jährigem Umtrieb liefert somit der Lichtwuchsbetrieb 315,8 Festmeter Sägeholz mit durchschnittlich 30 cm mittlerem Durchmesser, per Jahr somit 3,95 Festmeter Sägeholz, während die Schlußerziehung mit 100jähriger Umtriebszeit nur 3,27 Festmeter Sägeholz mit einem mittleren Durchmesser von 27—28 cm liefern kann, obgleich der Wuchs der geschlossenen Fichtenbestände auf erster Standortsklasse für die zweite Standortsklasse vorausgesetzt worden ist.

Was zweitens die Kiefer betrifft, so wollen wir gleichfalls die Annahmen im sechsten Abschnitt beibehalten, aber nunmehr die 70jährige Umtriebszeit vergleichen. Die geschlossenen Kiefernbestände liefern mit 85jähriger Umtriebszeit, wie wir gesehen haben, noch kein Blochholz mit bemerkenswerten Mengen; erst mit 110jähriger Umtriebszeit wurden auf dem untersuchten Standort nicht voll 2 Festmeter Sägeholzertrag per Hektar und Jahr gefunden. Dagegen berechnet sich für den Lichtungshieb mit 70jähriger Umtriebszeit:

	Massenertrag.	Sägeholz.	
	Festmeter.	Prozente.	per Hektar.
Lichtung im 50. Jahr	123	37,9	47
Abtrieb im 70. Jahr	268	63,9	172,

zusammen 219 Festmeter Sägeholz = 3,13 Festmeter per Jahr und Hektar.

Das Sägeblochholz hat einen durchschnittlichen Mittedurchmesser von 33 cm.

Der Lichtwuchsbetrieb steht sonach auf den untersuchten Standorten dem Schlußbetrieb in der Bloch- und Bauholzerzeugung (Stämme mit über 22 cm Zopfstärke) weit voran. Es ist aber selbstverständlich nicht zu bezweifeln, daß der genannte Lichtwuchsbetrieb auch die schwächeren Bauhölzer, deren Dimensionen ich gleichfalls oben angeführt habe, und die Nutzholzstangen 2c. in größeren Massen liefern wird, als die Erziehung im Kronenschluß. Wenn die Messungen und Beobachtungen, welche die Forstwirte in den nächsten zehn Jahren auf den (in allen Forstbezirken anzulegenden) Versuchsflächen hoffentlich vornehmen werden, ähnliche Resultate liefern sollten, als die Untersuchungen des Verfassers, wenn gleichzeitig gefunden würde, daß auf circa $^2/_3$ der deutschen Waldfläche schattenertragende Holzarten gedeihen und zum Schutze des Bodens angebaut werden können — in diesem Falle würde allerdings die Rentabilität des Waldbetriebs in ungeahnter Weise erhöht werden können.

2) Die möglichen volkswirtschaftlichen Wirkungen der Einführung des Lichtwuchsbetriebes in die fruchtbaren Gebietsteile Deutschlands.

Ich weiß recht wohl, daß neue Betriebsformen sich nur sehr langsam Bahn zu brechen vermögen, auch wenn die vergleichenden Untersuchungen, die ich befürwortet habe, bald vorgenommen werden sollten. Aber es ist immerhin verlockend, die Wirkung kennen zu lernen, welche der allgemeine Uebergang

zum Lichtwuchsbetriebe mit 70—80jähriger Umtriebszeit auf den Volkswohlstand in unserem Vaterlande ausüben würde. Wenn der genannte Betrieb mit diesen Umtriebszeiten die gleichen Gebrauchswerte, die gleichen Bau-, Werk- und Nutzholzmassen nachhaltig hervorzubringen vermag, wie die Erziehung im Kronenschluß mit 100—120jähriger Abtriebszeit, so sind selbstverständlich alle über 80jährige Bestände nutzlos und entbehrlich. Man kann nicht bezweifeln, daß das Mehrangebot, wenn sich dasselbe auf die 80—120jährigen Altersklassen der in Deutschland vorhandenen Nutzholzbestände — mit Ausschluß der Eichen ꝛc., die als Oberständer einzuwachsen haben — beschränkt, ohne Verringerung der jetzt bestehenden Preise, d. h. ohne Ueberführung des Nutzholzmarktes in Mitteleuropa, verwertet werden kann. Ich habe schon in der Einleitung angeführt, daß die Nutzholzeinfuhr der Westländer Europas — Großbritannien, Frankreich, Belgien und die Schweiz, ohne Holland — einen Wert von etwa 500 Millionen Mark per Jahr hat, während aus den deutschen Nutzholzbeständen, wie wir gleich sehen werden, nur ein sehr kleiner Teil dieser Holzmasse zum Markt gebracht werden würde. Aber auch für den Holzkonsum innerhalb Deutschlands wird die Zurückdrängung des Nutzholzimports nur eine Frage der Zeit sein. Wenn überzeugend nachgewiesen wird, daß der inländische Nutzholzbedarf qualitativ und quantitativ aus den deutschen Waldungen — zumal aus den deutschen Staatswaldungen — nachhaltig und ausreichend befriedigt werden kann, so wird diese Zurückdrängung (vielleicht bis zum fast völligen Abschluß des Nutzholzimports) sicherlich eintreten, sobald die Leitung der Wirtschaftspolitik aus nationalen Gesichtspunkten nicht mehr durchkreuzt werden wird — durch Handelsinteressen und Parteitendenzen. Der Transport dieser Nutzholzmassen würde bei dem kräftig fortschreitenden Bau von Sekundärbahnen ausführbar sein. Schon jetzt können die Eisenbahnen ihren Wagenpark nur etwa den vierten Teil des Jahres vollständig beschäftigen. Wenn die Bahnverwaltungen Ausnahmetarife für die für Massentransporte freibleibende Zeit stellen, keine Wagenmiete rechnen und die auch außerdem zu verausgebenden Kosten für das ständige Personal ꝛc. den Holztransporten nicht aufrechnen, so stellen sich die Selbstkosten für eine mittlere Entfernung von 500 km (bis zu

den Grenzen und Wasserstraßen) auf 3—3½ M. per Festmeter*).

Für die produktive Anlage des überschüssigen Waldvorratskapitals, welches im Walde im genannten Falle ohne jeglichen Zinsenertrag bleiben würde, ist in Deutschland hinlänglich Gelegenheit geboten. Ich will nicht hinblicken auf die Erwerbung und Aufforstung von Oedländereien und ausgebauten Feldern, die Erbauung von Sekundärbahnen und Schiffahrtskanälen, die dem Walde nicht in letzter Linie zugut kommen würden. Ich will auch die notleidende Landwirtschaft nur flüchtig erwähnen, obgleich die Besitzer von Feldgütern ohne Zweifel die Milliarden, die wir unten bestimmen werden, willig mit 3% verzinsen und an erster Stelle hypothekarisch versichern würden**). Ich will nur betonen, daß die Schulden der deutschen Einzelstaaten (exkl. Eisenbahnschuld und sonstige rentierliche Anlagen) ca. 1435 Millionen Mark betragen und zumeist mit 4% zu verzinsen sind. Man wird untersuchen dürfen, ob die Finanzverwaltung der deutschen Länder besonders klug handelt, wenn sie Kapitalkräfte, die vielleicht nicht minder groß sind, wie die Staatsschulden, in den über 80jährigen Holzbeständen des Staatswalds beläßt, damit sie hier höchstens 1% Zinsen liefern oder überhaupt den Zinsenertrag versagen — anstatt die Steuerlast durch Schuldentilgung zu erleichtern.

Man kann annehmen, daß die gegenwärtige Nutzholzproduktion in Deutschland ungefähr eine Waldfläche oder Ueberschirmungsfläche von nahezu 4 Millionen Hektar — von der nahezu 14 Millionen Hektar großen Waldfläche Deutschlands — beansprucht.

Die Nutzholzabgabe in den deutschen Waldungen läßt sich nur annähernd schätzen: nimmt man das Mittel der bisher versuchten Schätzungen, so würde dieselbe auf ca. 12 Millionen Festmeter per Jahr anzunehmen sein. In den deutschen

---

*) Die deutschen Eisenbahnverwaltungen betrachten alle Transportfragen, wie ich auf Grund meiner mehrjährigen Theilnahme an den Beratungen der ständigen Tarifkommission versichern kann, nicht aus finanziellen, sondern vorwiegend aus volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten; sie sind namentlich geneigt, der Forstwirtschaft jede mögliche Vergünstigung zu gewähren.

**) Es ist ja nicht zu leugnen, daß die Unterstützung des Feldbaus durch Bodenkulturbanken, selbst durch Bodenkreditbanken (mit ermäßigtem Zinsfuß) nur eine Frage der Zeit sein kann, wenn die Landbevölkerung Deutschlands in der begonnenen Periode der Weltwirtschaft ein menschenwürdiges Dasein behalten soll.

Ländern wird die ausgiebigste Nutzholzgewinnung, wie schon erwähnt wurde, durch die Bestockungsverhältnisse der Staatswaldungen im Königreich Sachsen und die Holzverbrauchsverhältnisse in diesem gewerbthätigen Lande ermöglicht. Sie hat hier im Zeitraum 1874—78 3,13 Festmeter per Hektar und Jahr (67% vom gesamten Derbholzertrag = 4,68 Festmeter) betragen.

Obgleich in Sachsen faktisch eine 95jährige Umtriebszeit eingehalten wird, während in den meisten Ländern Deutschlands 100—120jährige Umtriebszeiten vorherrschend sind, so wird doch die Nutzholzgewinnung Sachsens selten in anderen Gegenden Deutschlands übertroffen werden. In den Nadelholzgebieten Württembergs hat dieselbe 1874—76 = 3,19 Festmeter per Hektar betragen; im Schwarzwald, obgleich sehr viele über 110jährige Althölzer gefällt und die 120jährige Umtriebszeit zu Grunde gelegt worden ist, stieg der Nutzholzertrag 1874—76 auf 3,78 Festmeter per Hektar und Jahr. Dagegen wird in den bayrischen Staatswaldungen, obgleich die Nadelholzbestände über 70% einnehmen und im Mittel 110—120jährige Umtriebszeiten planmäßig eingehalten werden (thatsächlich wird die Fällung großenteils in über 120jährigen Nutzholzbeständen stattfinden), zur Zeit nur 1,03 Festmeter Nutzholz per Hektar und Jahr gewonnen. Wir dürfen deshalb annehmen, daß 4 Millionen Hektar in Deutschland mit Nutzholzbeständen und Nutzholzbäumen bestockt sind und diese Bestände bisher mit einer mittleren Umtriebszeit von 110 Jahren bewirtschaftet worden sind.

Wenn man für den Uebergang von 110jähriger zur 80jährigen Umtriebszeit eine 80jährige Periode annimmt, so kann man nach der unten folgenden Berechnung den Reinerlös für die Mehrnutzung an Holzmasse, welche in diesem Falle gestattet sein würde, nach den letztjährigen Preisen auf jährlich ca. 122,9 Millionen Mark annehmen. Eine 80 Jahre lang eingehende Einnahme von 122,9 Millionen Mark hat, mit 4% auf die Gegenwart diskontiert, einen Jetztwert von 2937 Millionen Mark, während die Schulden der deutschen Einzelstaaten (exkl. Eisenbahnschulden und rentierende Kapitalanlagen) oben auf 1435 Millionen Mark angegeben worden sind. Selbstverständlich sind diese Ziffern nur als ungefähre Anhaltspunkte aufzufassen; sie sollen lediglich die volkswirtschaftliche Tragweite der Untersuchungen, die ich im siebenten Abschnitt dringend empfohlen habe, nachweisen.

Wenn man statt der Jahresschlagfläche des 110jährigen Umtriebs — 36 363 ha für 4 Millionen Nutzholzfläche — die Jahresschlagfläche des 80jährigen Umtriebs — 50 000 ha — nutzt, und dabei die Jahreserträge in den nächsten 80 Jahren möglichst ausgleicht, so berechnet sich nach den Angaben von Burckhardt, Robert Hartig, Baur, Schuberg, Lorey u. a. die folgende Erhöhung des Jahresertrags:

für Fichten 21—27%,
für Tannen 20—21%,
für Kiefern 27—29%,
für Buchen 15—23%.

Für die Nutzholzbestände im Deutschen Reich dürfen wir somit annehmen, daß 80 Jahr lang eine Uebernutzung von im Mittel 25% eintritt. Nach der oben erörterten Holzgewinnung in den Staatsforsten Sachsens = 4,68 Festmeter Derbholz und 3,13 Festm. Nutzholz per Hektar Waldfläche und Jahr würde die Holzabgabe für die genannte Waldfläche von 4 Millionen Hektar, wenn die 110jährige Umtriebszeit fortgesetzt würde, jährlich 18,7 Millionen Festmeter Derbholz und 12,5 Millionen Festmeter Nutzholz betragen. Wenn dagegen in den nächsten 80 Jahren die Ueberführung vom 110jährigen Umtrieb zum 80jährigen Umtrieb (und Lichtwuchsbetrieb) statthaft erscheint, so tritt 80 Jahr lang eine Mehrnutzung von 4,675 Millionen Festmeter Derbholz und 3,125 Millionen Festmeter Nutzholz ein. Vom 80. Jahre an würde die frühere Nutzung von 18,7 Millionen Festmeter Derbholz und 12,5 Millionen Festmeter Nutzholz für die genannten 4 Millionen Hektar stattfinden können, wenn der Lichtungszuwachs den gleichen jährlichen Nutzholzertrag liefert, wie die bisherige Erziehung im Kronenschluß, was ja schon jetzt nach den oben mitgeteilten vergleichenden Untersuchungen nicht unwahrscheinlich ist.

Die Preise per Festmeter Gesamtholz haben in den deutschen Ländern, in denen die Nutzholzgewinnung belangreich ist — Königreich Sachsen, Württemberg, Baden und Elsaß-Lothringen — nach dem Durchschnitt der Jahre 1879—81 = 9,1 M. per Festmeter betragen. Nach Abzug des Hauerlohns, der Kultur- und Wegbaukosten werden 7,3 M. Reinerlös per Festmeter erübrigen. Dieser Preis gilt für 110jähriges Holz, während in den geschlossenen 80—120jährigen Beständen durchschnittlich 95jähriges Holz zum Abtrieb gelangen würde. Obgleich die Einlegung der Lichtungshiebe geraume Zeit vor dem Hieb den Wert der Nutzholzstämme erhöhen wird, so wollen wir doch nach den Untersuchungen von Robert Hartig und dem Verfasser annehmen, daß das 95jährige Holz durchschnittlich nur 90% vom Erlös des 110jährigen Holzes liefert. Es ist somit ein Nettoerlös von 6,57 M. als geringster Preis zu verrechnen, für 18,7 Millionen Festmeter somit 122,9 Millionen Mark per Jahr. (Die Berechnung nach den Nutz- und Brennholzpreisen in Preußen und Bayern für das obige Verhältnis — 12,5 Millionen Festmeter Nutzholz und 6,2 Millionen Festmeter Brennholz — ergibt 6—12 Millionen per Jahr mehr). Eine 80jährige Jahresrente von 122,9 Millionen Mark hat bei 4% den oben angegebenen Jetztwert von 2937 Millionen Mark.

Allein es ist zu beachten, daß diese Rechnung nur für eine Waldfläche von 4 Millionen Hektar geführt worden ist, während die zur Nutzholzzucht geeignete Waldfläche wohl unzweifelhaft nahezu 8 Millionen Hektar umfassen wird, denn man wird die lediglich zur Brennholzzucht geeignete deutsche Waldfläche mit 6 Millionen

Hektar hoch schätzen. Man kann allerdings nicht einmal annähernd genau angeben, welche Holzmassen in diesen vorzugsweise Brennholz liefernden Beständen bei einer Herabsetzung der Umtriebszeit von 110 auf 80 oder von 90 auf 60 Jahre disponibel werden würden und wie sich die Nettoerlöse gestalten. Allein man wird immerhin diesen Nettoerlös mit 50 Millionen Mark per Jahr gering veranschlagen. Somit berechnet sich der Zufluß zum deutschen Volksvermögen, der sich ohne Verringerung, vielmehr sehr wahrscheinlich mit einer wesentlichen Erhöhung des späteren Waldertrags erreichen läßt, wenn die Untersuchungen der Forstwirte die praktische Durchführbarkeit des Lichtwuchsbetriebs auf ca. 57 % der deutschen Waldfläche bestätigen sollten, auf über 4000 Millionen Mark.

Wenn diese Ziffern auch keineswegs eine genaue Bilanz begründen sollen und ihrer Natur nach nicht einmal annähernd richtig sein werden, so hat doch die vorstehende Betrachtung eine unverkennbare Tragweite für die praktische Regelung der Volkswirtschaft. Wir haben hinreichend erfahren, wie ungenügend die Forstwirte über den Wertertrag der Holzarten, Bestockungsformen und Umtriebszeiten informiert sind. Wir haben auch die Ansichten der tonangebenden national-ökonomischen Schriftsteller genügend kennen gelernt, um sagen zu dürfen: Kein praktischer Staatswirt wird die Forstwirte von der Verpflichtung entbinden, die vergleichenden Untersuchungen, die ich wiederholt befürwortet habe, vorzunehmen.

3) Rechtfertigt der Zinsenertrag, der durch die Wertzunahme der Stämme des Lichtwuchsbetriebs geliefert wird, höhere Umtriebszeiten?

Ein Blick auf die obigen Angaben der mittleren Durchmesser und der Längen, die der Lichtwuchsbetrieb mit 70—80jähriger Umtriebszeit liefert, läßt uns zwar erkennen, daß eine Erhöhung der letzteren nicht notwendig werden wird. Man kann mit 70—80jähriger Umtriebszeit in den Nadelholzbeständen, welche die deutsche Forstwirtschaft in erster Linie für die Bildung des Haubarkeitsbestands ins Auge zu fassen hat, die gesuchtesten und gangbarsten Nutzholzstämme gewinnen — wahrscheinlich in vielen Oertlichkeiten diese Umtriebszeiten noch ermäßigen. Aber es ist für die Fortbildung des Waldbaues in Gemäßheit des oft genannten nationalökonomischen Fundamentalgesetzes besonders wichtig zu erfahren,

mit welchem Kapitalwert der Boden — nicht nur der Waldboden, sondern auch die zur Waldkultur geeigneten Bodenflächen — durch den Waldbau und speciell durch die Nutzholzwirtschaft verwertet wird, wenn man die für die Bodenwirtschaft gewöhnlich geforderten Verzinsungssätze erreichen will. Es ist nicht minder wissenswert, ob der Lichtwuchsbetrieb eine Erhöhung der oben betrachteten Umtriebszeiten bei dem zur Zeit bestehenden Verhältnis der Holzpreise privatwirtschaftlich nutzbringend erscheinen läßt, d. h. ob der Wertzuwachs nach dem 70—80jährigen Holzalter die geforderten Zinssätze für den Bodenwert und den Holzverkaufswert liefert. Diese Vermutung ist um so mehr gestattet, als der Haubarkeitswertvorrat (infolge der Lichtungen mit sehr erheblichen Vorerträgen), wesentlich verringert worden ist, der fortwachsende Bestand sonach mit einem geringeren Zinsenertrag belastet ist, wie beim geschlossenen Hochwald, während der Wertzuwachs der Stämme ein viel größerer ist, wie im Kronenschluß.

Es ist zunächst zu untersuchen, wie der holzleere, im aussetzenden Betrieb zu benutzende Waldboden durch die Erziehung der Holzbestände im Kronenschluß und durch den Lichtwuchsbetrieb verwertet wird. Zu dieser und den folgenden Untersuchungen kann ich leider nur die eigenen Messungen benutzen, die sich allerdings auf mittlere Standortsgüte, aber auch nicht vollkommen gleiche Produktionskraft des Bodens beziehen und auch nur auf Fichte und Kiefer anwendbar sind (da die Rotbuche nur untergeordnet in Betracht kommen wird). Es ist indessen eine genaue Vergleichung kaum erforderlich, weil der finanzielle Effekt des Lichtungsbetriebs, wenn man die Zinseszinsrechnung zur Berechnung desselben anwendet, durch den frühen Eingang starker Vornutzungen so tiefgreifend beherrscht wird, daß der Zinsfuß, den man der Rechnung zu Grunde legt, am schwersten in die Wagschale fällt — und der für den Waldbetrieb berechtigte Zinsfuß wird, wie ich mit Judeich glaube, niemals fixiert werden können. Die Berechnung mit 3 % ergibt für die untersuchten Waldflächen und 80jährige Umtriebszeit folgende Bodenwerte:

Schlußerziehung, erste Standortsklasse in den Thalsohlen auf fettem Boden:

für Fichtenanbau . . . . 821 M. per Hektar

für Kiefernanbau . . . . . 812 M. per Hektar.

Erziehung im Lichtwuchsbetriebe, zweite Standortsklasse, Bergwände:

für Fichtenanbau . . . . . . 1440 M. per Hektar
„ Kiefernanbau . . . . . 1630 „ „ „

Den größten Teil des 80jährigen Endertrags, aus dem sich dieser Bodenwert berechnet, liefern indessen, wie schon bemerkt, die Zinsen und Zinseszinsen der früheren Nutzungen. Die Nutzungen ohne Zinsen liefern nur den 80fachen Betrag der Jahresrente, die weiter unten angegeben werden soll.

Was zweitens die Zuwachsprozente der im Mittelwaldbetrieb auf den oben erwähnten Bergwänden aufgewachsenen Einzelstämme betrifft, so lieferte der Wertzuwachs die folgenden jährlichen Zinseszinsprozente:

	Fichte.	Kiefer.
60.—70. Jahr . . .	6,15	5,19
70.—80. „ . . .	5,33	3,34
80.—90. „ . . .	4,14	2,45
90.—100. „ . . .	2,74	2,24

Im Lichtwuchsbetriebe erfolgt diese Verzinsung per Flächeneinheit, wenn den bei den Lichtwuchshieben zurückbleibenden Stämmen freier Wachsraum für je 10 Jahre gegeben wird. Bei dieser Betriebsart und ähnlichen Wachstums- und Preisverhältnissen wie im Untersuchungsgebiet, findet sonach die spekulative Geldwirtschaft eine genügende Verzinsung bis zum 80—90jährigen Alter und hierbei werden, wie wir gesehen haben, die brauchbarsten Sägestämme ꝛc. produziert.

Aber diese Verzinsung läßt sich auch hier wieder nur in einer kleinen Waldung erzielen, die im aussetzenden Betriebe benutzt werden kann.

Wenn die Umtriebszeit für eine größere, im jährlichen Betriebe zu bewirtschaftende Waldung zu bestimmen ist, so muß man untersuchen, welche Erhöhung des Jahresertrags der Waldbesitzer erreichen wird, indem er die für die 60jährige Umtriebszeit vorhandenen Bestände überführt zur 70jährigen, 80jährigen Umtriebszeit. Bei Einhaltung der nachfolgenden Umtriebszeit kann der Waldbesitzer bei den Wachstums- und Preisverhältnissen

im Untersuchungsgebiet, wenn die Bestände alle zehn Jahre soweit gelichtet werden, daß sie nach Ablauf der nächsten zehn Jahre eine Stammgrundfläche von 30—31 qm haben, folgenden Jahresertrag an der Gesamtnutzung beziehen (Mark per Hektar).

	Fichte.	Kiefer.
60jährig	84,3	103,6
70 „	91,9	107,0
80 „	97,6	108,4
90 „	101,0	108,4
100 „	102,7	106,3
110 „	102,6	—

Statt 100 M. wird sonach der Waldbesitzer, wenn er von der 60= zur 80jährigen Umtriebszeit in Fichtenwaldungen übergeht, höchstenfalls 116 M. nach 20 Jahren beziehen können (in Kiefernwaldungen nur 105 M.). Wir haben jedoch schon oben gesehen, daß sich die Geldanlage zu diesem Zweck bei einer Mehrnutzung von 12,8 M. mit 1,0—1,1 % rentiert. Auch für den Lichtungsbetrieb gilt somit die obige Regel: im jährlichen Betriebe sind die Holzbestände finanziell haubar, sobald sie brauchbares Nutzholz mit der Hauptmasse liefern.

IV.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

1) Schon im Anfang des laufenden Jahrhunderts hat Georg Ludwig Hartig den Zweck der Holzzucht und die Aufgabe bei Feststellung der Erntezeit mit sicherem Blick erkannt: im Walde ist in möglichst kurzer Zeit und mit einem möglichst geringen Kostenaufwand möglichst vieles und nutzbares Holz zu erziehen. Aber Hartig hat leider die Leistungsfähigkeit der wählbaren Umtriebszeiten für diesen Zweck nicht genau gewürdigt, sondern Umtriebszeiten, die sehr verschiedene Zielpunkte verfolgen, als gleichberechtigt nebeneinander gestellt (physikalische, ökonomische und merkantile Haubarkeitszeit).

2) Die späteren Waldbaulehrer sind unbestimmt und schwankend hinsichtlich der Normen für die Bestimmung der Umtriebszeiten geblieben.

3) In der forstlichen Praxis haben sich die bestehenden (S. 274 angegebenen) Umtriebszeiten nicht in Verfolg genau fixierter Zielpunkte herausgebildet. Wahrscheinlich ist die Entstehung derselben beeinflußt worden durch die Umlaufszeit der Nutzung, die sich bei der Forsteinrichtung ergeben hat, als man den jährlichen Abgabesatz ungefähr dem Vorrat gleichstellte und bei unzureichenden Vorräten höhere Abtriebszeiten durch Zuwachseinsparung herbeizuführen suchte.

4) Die von Preßler gelehrte Feststellung der Erntezeit nach der Gipfelung der Bodenrente hat holzleere Waldungen vorausgesetzt. Diese Berechnungsart des Nutzeffekts ist selbst für die Benutzung kleiner Waldungen im aussetzenden Betrieb, sobald die Flächen nicht völlig holzleer, sondern teilweise bestockt sind, unrichtig; der bei der Wahl der Umtriebszeiten in Betracht zu ziehende Gewinn muß mittels anderer Formeln bestimmt werden. Völlig unanwendbar ist die Preßlersche Berechnungsart des Nutzeffekts auf große, bestockte und jährlich zu benutzende Waldungen. Die Preßlersche Versicherung, daß die Bewirtschaftung der Waldungen nach Maßgabe des höchsten Bodenwertes nicht nur eine Verzinsung von 3½ bis 4½ hervorrufen, sondern auch die bisherige Waldrente verzehnfachen werde u. s. w., ist diskussionsfähig geworden, weil man den thatsächlichen Wertzuwachsgang geschlossener Holzbestände (namentlich den Gebrauchswert und Verkaufspreis großer Stangenholzmassen) und die konkreten Verzinsungsverhältnisse nicht untersucht hat.

5) B e i d e n g ü n s t i g s t e n V e r w e r t u n g s - u n d Z u w a c h s v e r h ä l t n i s s e n s i n d d i e H o l z b e s t ä n d e f i n a n z i e l l h i e b s r e i f, s o b a l d d i e H a u p t m a s s e d e r s e l b e n b r a u c h b a r e s N u t z h o l z l i e f e r t. W e n n d i e s e r Z e i t p u n k t e r r e i c h t i s t, s o i s t d i e V e r l ä n g e r u n g d e r A b t r i e b s z e i t w e d e r p r i v a t w i r t s c h a f t l i c h r ä t l i c h n o c h g e s a m t w i r t s c h a f t l i c h e r f o r d e r l i c h. D i e K a p i t a l a n l a g e, d i e z u r V e r s t ä r k u n g d e s V o r r a t s e r f o r d e r l i c h u n d m i t t e l s H e r a b s e t z u n g d e r b i s h e r i g e n J a h r e s n u t z u n g z u b e w i r k e n i s t, w ü r d e d u r c h d i e E r h ö h u n g d e r R e n t e b e s t e n F a l l s m i t e t w a 1 % v e r z i n s t w e r d e n.

6) Ebensowenig würde anderseits die Abkürzung der bestehenden

80—120jährigen Umtriebszeiten bei Fortsetzung der Holzzucht im Kronenschluß privatwirtschaftlich nutzbringend werden, weil der erreichbare, nicht übermäßig große Gewinn größtenteils wieder eingebüßt werden würde, falls ein beträchtliches Sinken der Holzpreise infolge Mehrangebot bei unveränderter Nachfrage eintreten sollte. Zudem würden den Nachkommen wertlose Waldungen mit größtenteils unverkäuflichen Stangenholzbeständen überliefert werden.

7) Wenn die Erziehung der Holzbestände im Kronenschluß beibehalten wird, so wird voraussichtlich eine beträchtliche Erhöhung der Umtriebszeiten nicht zu umgehen sein; die Brennholzgewinnung wird im zwanzigsten Jahrhundert kaum noch nutzbringend erscheinen.

8) Zur Fortbildung des Waldbaues ist an allen Orten zu untersuchen, ob der im vorigen Abschnitt dargestellte Lichtwuchsbetrieb nicht nur die Rentabilität beträchtlich erhöhen, sondern auch eine Herabsetzung der bestehenden Umtriebszeiten auf 70—80 Jahre ohne Verringerung der Nutzholzgewinnung gestatten wird. Vorläufig ist diese Vermutung zulässig. Wird dieselbe bestätigt, so würde ein ganz enormes, im Walde selbst fast ertraglos bleibendes Vorratskapital entbehrlich werden und durch produktive Wiederanlage dem volkswirtschaftlichen Organismus ein größeres Reineinkommen zuführen können. Ausreichender Absatz wird sich, soweit Nutzholzvorräte in Frage kommen — etwa 4 Millionen Hektar der deutschen Waldfläche —, bei dem großartigen Nutzholzverbrauch Mitteleuropas und der Leistungsfähigkeit des deutschen Eisenbahnbetriebs, erlangen lassen.

9) Die Festsetzung der Umtriebszeit im Lichtungsbetrieb unterliegt gleichfalls der ad 5 angeführten Regel.

Neunter Abschnitt.

Die Verjüngungsverfahren im Hochwaldbetriebe.

Zur Fortpflanzung der Waldbäume haben die Forstwirte, wie wir im dritten Abschnitte gesehen haben, verschiedene Gebräuche eingehalten. Schon gegen Mitte des vorigen Jahrhunderts war die Pflanzennachzucht im Buchenhochwalde aus dem Samenabwurf des Mutterbestands (mittels Vorbereitungs-, Besamungs- und Auslichtungsschläge), so vortrefflich in Uebung, daß bis heute kein beachtenswerter Fortschritt in der Buchennachzucht zu erkennen ist. In den Laubholzwaldungen, in denen die Rotbuche vorherrscht, ist diese natürliche Verjüngung bis heute Regel geblieben. Auch Fichten-, Weißtannen- und Kiefernbestände hat man durch den Samenabwurf der haubaren Bestände, die man zu diesem Zwecke lichtete, zu verjüngen gesucht. Aber in den Nadelholzwaldungen und in den — namentlich durch Streunutzung — herabgekommenen Laubholzwaldungen ist diese Art der Pflanzennachzucht vielfach verdrängt worden durch den Kahlhieb und die Ansaat und Anpflanzung des holzleeren Bodens. Man hat teils größere Flächen kahl gehauen und teilweise (namentlich in Fichtenwaldungen) nur schmale Streifen (Saumschläge) abgeholzt und die Flächen entweder besäet (breitwürfig oder in Riefen, Streifen, Platten oder Löcher) oder bepflanzt (mit größeren und kleineren Pflanzen, mit oder ohne Ballen, in ungelockerten, oberflächlich abgeschälten und tiefer gelockerten Boden). Selten, höchst selten ist die künstliche Verjüngung unter Schirmschlägen statt der zuerst genannten natürlichen Verjüngung versucht worden, indem man die haubaren Bestände ge-

lichtet, durch Saat oder Pflanzung unterbaut und hierauf die Auslichtungsschläge geführt hat.

Wie sind diese Verfahrungsarten entstanden? Hat die Entwicklung der natürlichen „Holzzucht“ und des künstlichen „Holzanbaues“ im neunzehnten Jahrhundert den Weg eingeschlagen, der sicher zum Ziele geführt und die Leistungsfähigkeit der Verjüngungsarten klar gezeigt haben würde — den Weg der komparativen Untersuchung, der Vergleichung des Kraft- und Kostenaufwands mit dem Erfolge? Hat man zunächst die natürliche Verjüngung genau geregelt, ergänzt und verbessert? Die Stellung der Vorbereitungs-, Besamungs- und Auslichtungsschläge ist offenbar in verschiedener Weise zu vollziehen, je nachdem die nachzuziehende Holzart lichtbedürftig oder schattenertragend, der Boden feucht und graswüchsig oder trocken und mager ist u. s. w. Man muß nach dem wechselnden Bodenzustand, namentlich wegen des Graswuchses und Taugenusses, gleich anfänglich dunkler oder lichter stellen, rascher oder langsamer nachlichten und räumen u. s. w. Sind die Regeln für die natürliche Verjüngung, die man im vorigen Jahrhundert befolgte, nach den Ergebnissen, die ihre Erprobung bei verschiedenen Bodenverhältnissen, abweichenden geognostischen Formationen u. s. w. geliefert hat, fortgebildet worden? Hat man genau festgestellt, bei welcher Bodenbeschaffenheit die natürliche Verjüngung zu ersetzen ist durch die Ansaat oder Anpflanzung entweder unter dem Schirm des zu verjüngenden Bestands oder auf Kahlschlägen? Hat man die Verfahrungsarten der Holzsaat und Holzpflanzung für alle wesentlichen Standortsverschiedenheiten erprobt und durch eine genaue Vergleichung des Kostenaufwands mit dem Erfolg dem Kulturbetrieb die Richtpunkte gegeben?

I.

Die Wahl der Verjüngungsverfahren.

1) Die maßgebenden Gesichtspunkte im allgemeinen.

Die Verjüngung der hiebsreifen Bestände durch den Samenabwurf des Mutterbestands, die im vorigen Jahrhundert in den Laubholzwaldungen üblich war, hatte unverkennbar beachtenswerte

Schattenseiten. Die Waldbäume tragen nicht in jedem Jahre Samen und namentlich die Buchel- und Eichelmasten, die man vorzugsweise zur natürlichen Verjüngung benutzte, lassen oft viele Jahre auf sich warten (nähere Angaben cf. ad IV). Bis zur Beschattung des Bodens durch den Nachwuchs vergeht nicht selten ein langer Zeitraum und während desselben erhält weder die Sonne noch der durchströmende Wind den Boden kühl und feucht. Je nach der Empfänglichkeit des Bodens und der Reichhaltigkeit des Samenerwuchses werden hierauf die natürlichen Verjüngungen oft entweder zu licht oder zu dicht aufwachsen. Bei zu dichtem Pflanzenstand wird die Nachzucht geringwüchsig. Die kürzeren und schwächeren Stangen, welche die erste Durchforstung vorfindet, haben eine weit geringere Holzmasse, als Pflanzenbestände. Schon bei der langsam wüchsigen Rotbuche haben die letzteren, wie Baur nachgewiesen hat, nach etwa drei Jahrzehnten eine Mehrproduktion von 30—40 Festmeter per Hektar gegenüber den natürlichen Verjüngungen und den Saaten erreicht — bei gleichem Alter der Pflanzen und gleichem Standort. Man kann nicht annehmen, daß die dünnen kurzen Stangen, die aus dichten, natürlichen Verjüngungen hervorgegangen sind, diesen Vorsprung nach der Durchforstung wieder einholen — das Gegenteil wird eintreten: die kräftigen Stangen und Stämme des Pflanzbestands werden auch später eine gesteigerte Produktion per Flächeneinheit beibehalten. Wir haben ja diese Verhältnisse im sechsten Abschnitt ausführlich erörtert.

Anderseits erschweren die Flächenteile, die unvollkommen besamt sind, die nachfolgende künstliche Ausbesserung. Der Boden ist vertrocknet, oft auch verhärtet; die Saat- und Pflanzstellen sind zu lockern, es wird die Beigabe eines Erdballens bei Pflanzungen erforderlich u. s. w. Die Kultur wird ungleich kostspieliger, als die Bepflanzung des beschatteten Bodens der Besamungsschläge.

Nicht minder schwer fällt ferner in die Wagschale, daß man bei der natürlichen Verjüngung, wenn die volle Besamung nicht alsbald nach der Schlagstellung eintritt, den Zuwachs des Nachwuchses für mehrere Jahre vergeudet. Man hatte zu untersuchen, was dieser Zuwachs bei der nunmehr gebotenen Nutzholzwirtschaft wert ist und was man gewinnt oder verliert, wenn man die Kosten

aufwendet, die der alsbaldige künstliche Anbau der Verjüngungsflächen erfordert. Bei dem durch eine genaue Ertragsregelung geregelten Nachhaltbetrieb läßt sich dieser Zuwachsgewinn durch Verstärkung der Fällung sofort einernten; man kann ohne Bedenken, wenn die Bepflanzung der Besamungsschläge allgemein geübt wird und überall gelingt, die Umtriebszeit für die vorhandenen Bestände herabsetzen.

Durch die Bepflanzung der Verjüngungsschläge läßt sich endlich diejenige Stellung der Pflanzen, sowohl in reinen Beständen als namentlich bei der Vermischung der Holzgattungen, welche die höchsten Produktionsleistungen hervorruft, mühelos herstellen, während bei der natürlichen Verjüngung diese Stellung und die planmäßige Bildung des Mischwuchses nur sehr schwer ermöglicht werden kann.

Hat man gegenüber diesen nahe liegenden und leicht zu konstatierenden Nutzleistungen des künstlichen Holzbaues (namentlich durch Pflanzung) mittels komparativer Untersuchungen die Frage zu lösen gesucht: ist es nutzbringend und überhaupt erlaubt, zu warten, bis die Natur den Samen ausstreut, oder sind Samen und Pflanzen durch Menschenhände in den Boden zu bringen?

Man sieht auf den ersten Blick, daß bei der Beantwortung dieser Frage der Kostenpunkt im Vordergrund steht. Wenn es möglich ist, den lockeren, empfänglichen Boden der Besamungsschläge mittels einfacher und rasch fördernder Pflanzverfahren sofort nach der ausreichenden Lichtung normal zu verjüngen, so wird eine sehr geringe Geldausgabe erforderlich werden. In der That wird durch Berichte aus allen Gegenden Deutschlands bestätigt, daß diese Geldausgabe zwischen 10 und 25 Mark per Hektar (inkl. Pflanzenerziehungskosten und bei einem mittleren Taglohn von 1 Mark für Frauen und erwachsene Kinder) schwankt und der Erfolg, das Anwachsen der Pflanzen vollkommen zufriedenstellend war*). Diese

---

*) Schon 1853 hat Freiherr von Buttlar nachgewiesen, daß bei der Anwendung der Spaltpflanzung mit dem Pflanzeisen nach den Ergebnissen des größeren Kulturbetriebs per Hektar (bei einer Pflanzenentfernung von 1,15 M., und einem Taglohnsatz von 1 M., inklusive Erziehungskosten) 10,1 M. (bei Fichtenpflanzungen) und 14,5 M. (bei Kiefernpflanzungen) aufzuwenden sind und von den eingesetzten Pflanzen nicht 5% verdorrt waren.

Mehrausgabe würde schon durch die von Baur ermittelte Mehrproduktion der Pflanzenbestände — 30—40 Festmeter per Hektar im 30. Jahre — hinlänglich ersetzt werden, ganz abgesehen von dem Zuwachsgewinn infolge der früheren Bestockung, den man per Jahr und Hektar mit 40—50 Mark gering veranschlagen wird. Man sieht, daß die natürliche Verjüngung und ebenso die Verjüngung durch Holzsaat schon vor dieser Rohbilanz die Segel streichen muß. Genaue komparative Untersuchungen waren darum dringend geboten.

In vielen Fällen, namentlich bei der Verjüngung der lichtbedürftigen Kiefern, Lärchen, Eichen ꝛc. und bei der Holznachzucht auf trockenem, armen Boden, gewährt die Verjüngung unter dem Mutter- oder einem Schutzbestand keine Vorzüge gegenüber der Bepflanzung kleiner, seitlich geschützter Kahlschläge. Hier war zu untersuchen, ob die Kultur billiger und das Anschlagen sicherer ist, wenn man sofort nach dem Hieb in den frischen und empfänglichen Boden kleine, aber gut bewurzelte Saatschulpflanzen mittels handlicher und rasch fördernder Werkzeuge einsetzt oder ob die Kultur billiger und das Anwachsen sicherer wird, wenn man auf großen Kahlschlägen Platten und Riefen und Löcher einhaut, um etwas größere Pflanzen mit weiter ausstreichenden Wurzeln einzusetzen, die aber auch für die Verdunstung eine große Wassermenge verbrauchen.

Wenn die Wirkungsfähigkeit der verschiedenen Verjüngungsverfahren durch diese komparativen Untersuchungen in exakter Weise bestimmt und abgewogen worden wäre, so würde voraussichtlich die Holzpflanzung (und vor allem die Spaltpflanzung mit Pflanzbeil, Buttlarschem Eisen ꝛc. ziemlich allgemein eingebürgert worden sein. Bei der Verjüngung der schattenertragenden Holzarten würde die Anpflanzung von Besamungs- oder Schirmschlägen die Regel gebildet haben. Bei der Verjüngung der lichtbedürftigen Holzarten und bei magerem Boden würde man kleine, seitlich geschützte Kahlschläge alsbald bepflanzt haben.

Man würde die Holzpflanzung gewählt, aber die großen Kahlschläge möglichst vermieden haben. Die vornehmste Aufgabe, welche der Forstmann bei der Verjüngung zu erfüllen hat, ist die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit, bei welcher die jungen Pflanzen

turgescent während der heißen Sommermonate bleiben. Der Wassergehalt des Bodens muß gegen Verflüchtigung geschützt werden, denn das Wasser ist für den Wald ein kostbares Kleinod, das nicht sorgsam genug behütet werden kann. Man kann nicht darüber in Zweifel sein, daß die Bodenfeuchtigkeit durch die Beschattung und die Bedeckung mit abgestorbenen Laubblättern bestmöglichst erhalten wird. Die Produktionskraft des Bodens wird am meisten intakt bleiben — um so mehr, wenn der Nachwuchs die Beschattung des Bodens alsbald wieder übernimmt. Zwar verzögert anderseits die Beschattung das Wachstum der jungen Pflanzen, auch der schattenertragenden; der Nachwuchs wird unter Schirmstand einige Jahre später den Boden vollbeschatten, als auf Freischlägen, wenn hier die Pflanzung bald nach dem Abtrieb gut angeschlagen ist und ungestört fortwächst. Allein es liegt klar am Tage, daß das Zusammenwirken von Schirmstand und Unterwuchs den Boden beständig kühl erhalten und denjenigen Grad der Erwärmung des Bodens, der auf dem Kahlschlag im ersten Jahre eintritt, verhüten wird. Auf dem Kahlschlag, zumal auf dem weit ausgedehnten Kahlschlag wird nicht nur der während einer langen Umtriebszeit sorgsam angesammelte Humusvorrat in kurzer Zeit verflüchtigt, sondern auch eine intensive Bodenaustrocknung, selbst Verhärtung der Oberfläche bewirkt werden; zudem erscheinen alsbald Gräser, Heide- und Heidelbeerkräuter 2c., welche die verbliebene Bodenfeuchtigkeit kräftig verdunsten.

E. Wollny hat sehr bemerkenswerte Ergebnisse über die Kohlensäureentwicklung bei der Erwärmung des Bodens in Gegenwart eines größeren und geringeren Wasservorrats konstatiert. Unter sonst gleichen Verhältnissen steigt der Kohlensäuregehalt der Bodenluft mit dem Wassergehalt. Wollny fand die folgende Zunahme:

Wassergehalt des Bodens . . 2,91 %, 12,91 %, 22,91 %, 32,91 %.
Kohlensäuregehalt per 1000 Vol. 1,64 %, 2,40 %, 4,49 %, 9,02 %.

Bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt (Luft in feuchter Komposterde) steigt der Kohlensäuregehalt namentlich durch die Erwärmung, wie der folgende Versuch ergab:

Bei einer Temperatur von . . . 10°, 20°, 30°, 40°, 50°.
Kohlensäure im Mittel per 1000 Vol. 2,80, 15,46, 36,24, 42,61, 76,32.

Wirken Temperaturerhöhung und Feuchtigkeitsgehalt bei ausreichender Luftzufuhr zusammen, so erreicht die Thätigkeit der niederen Organismen im Boden den Höhepunkt, wie die folgenden Zahlen beweisen:

Wassergehalt des Bodens %	Bodentemperatur.				
	10°	20°	30°	40°	50°
	Kohlensäuregehalt der Bodenluft per 1000 Vol.				
6,79	2,03	3,22	6,86	14,69	25,17
26,79	18,38	54,24	63,50	80,06	81,52
46,79	35,07	61,49	82,12	91,86	97,48

Wenn aber die Austrocknung des Bodens einen gewissen Grad erreicht hat, so verringert sich die Entwicklung der Kohlensäure beträchtlich — der Humus wird trocken. Ein Versuch in dieser Richtung lieferte folgende Ergebnisse:

Bodentemperatur	10°,	20°,	30°,	40°,	50° C.
Wassergehalt des Bodens . . .	46,8%,	36,8%,	26,8%,	16,8%,	6,8%
Kohlensäuregehalt der Bodenluft	33,2,	61,3,	73,2,	66,8,	14,4 p. M.

Nun hat Ebermayer ermittelt, daß der bewaldete und der nicht bewaldete Boden folgende mittlere Temperaturunterschiede in den Monaten April bis August hat:

	Bodenoberfläche.	4 Fuß Tiefe.
April im Freien . . .	5,10°	3,84°
„ im Walde . . .	3,74	2,92
Mai im Freien . . .	14,24	7,63
„ im Walde . . .	10,51	5,26
Juni im Freien . . .	15,07	10,78
„ im Walde . . .	11,35	7,62
Juli im Freien . . .	15,20	11,70
„ im Walde . . .	12,05	8,46
August im Freien . . .	14,75	12,60
„ im Walde . .	12,08	9,50

Wenn die Temperatur von 10 auf 20° steigt und ein genügender Wassergehalt zugegen ist, so verdoppelt sich, wie Wollny gezeigt hat, die Thätigkeit der Bakterien u. s. w. Diese nahezu verdoppelte Thätigkeit werden die letzteren auf den Freischlägen während mehrjähriger Vegetationsperioden fortsetzen können. Man sieht ein, daß von den aufgespeicherten Humusvorräten nicht viel übrig bleiben kann.

Zudem wird der Boden alsbald ausgetrocknet werden und zu Stauberde zerfallen. Ernst Ebermayer hat auf Grund seiner Versuche berechnet, daß per Jahr und Hektar folgende Wassermengen verdunstet werden:

im Freien	40 870 hl
im Walde ohne Streudecke	15 920 „
„ „ mit „	6 260 „

Hierbei ist jedoch die Verdunstung des Schutzbestands nicht gemessen worden

und anderseits ist die Verdunstung des Grases und der Forstunkräuter zu berücksichtigen. In dieser Richtung geben uns die Untersuchungen von Wollny und Höhnel immerhin einige Fingerzeige, wenn auch die Resultate bis jetzt selbst von einer annähernd genauen Bilanz weit entfernt bleiben.

Wollny fand folgende Verdunstungsverhältnisse vom April bis November:

Erste Versuchsreihe.

Beim Beginn des Versuchs a. mit Grasgemisch, b. mit Bokharaklee besäet und c. nackt gelassen. Es verdunsteten per Hektar:

a. 54 688 hl
b. 53 839 „
c. 34 315 „

Das Regenwasser betrug 57 412 hl.

Zweite Versuchsreihe.

Beim Beginn des Versuchs a. mit dichtbewachsenen Rasenstücken besetzt und b. unbedeckt gelassen. Es verdunsteten per Hektar:

Sandboden
a. 47 355 hl
b. 18 312 „

Torfboden
a. 55 630 „
b. 30 290 „

Thonboden
a. 51 721 „
b. 33 899 „

Das Regenwasser betrug 57 253 hl.

Dritte Versuchsreihe.

Beim Beginn des Versuchs a. mit einer nur 1,5 cm dicken Schicht von Dünger bedeckt, b. humoser Kalksand mit Steinen von Wallnußgröße belegt, c. unbedeckt gelassen. Es verdunsteten per Hektar:

Sand	a.	16 529 hl
	c.	18 561 „
Torf	a.	22 082 „
	c.	35 233 „
Thon	a.	26 314 „
	c.	33 682 „
Humoser Kalksand	b.	20 492 „
	c.	26 483 „

Das Regenwasser betrug 54 917 hl.

Man sieht, daß der mit Gras oder Klee angesäete und mit Gras dicht bewachsene Boden 20—30 000 hl mehr verdunstet, als ein unbewachsener Boden, daß aber schon eine geringe Bedeckung die Verdunstung des nackten Bodens um 2—7000 hl verringert.

Die Untersuchungsresultate sind bis jetzt, wie gesagt, noch höchst unvoll=

ständig und namentlich habe ich von der kleinen Fläche der Apparate (0,1 qm) auf die Verdunstungsgröße per Hektar geschlossen. Allein sie sind immerhin wegweisend für den forstlichen Verjüngungsbetrieb. Wenn man die von Höhnel ermittelten Verdunstungsverhältnisse der Waldbäume (S. 49) und die vorstehenden Ziffern zur Vergleichung benutzt, so ergibt sich eine Verdunstungsmenge per Hektar:

Verdunstungsgröße eines geschlossenen Buchenbestands mit Streudecke per Jahr	ca. 37 000 hl
ohne Streudecke	„ 47 000 „
Fichtenbestand mit Streudecke	„ 12 000 „
„ ohne „	„ 22 000 „
Kiefernbestand mit Streudecke	„ 9 000 „
„ ohne „	„ 19 000 „ *)
Freie Schlagfläche ohne Unkraut per Jahr nach Ebermayer	„ 41 000 „
Mit angesäetem Gras bewachsener Freischlag während der Monate April bis Oktober	„ 54 000 „
Mit dichtem Gras bewachsener Freischlag . . .	ca. 47—56 000 „

Man hatte sonach sicherlich Ursache, das Gedeihen der Pflanzen auf Kahlschlägen und Schirmschlägen unter vergleichungsfähigen Verhältnissen zu beobachten — vor allem nach gleichzeitiger Bepflanzung der Schirmschläge und Kahlschläge.

Aber auch ohnedem liegt klar am Tage, daß bei der Verjüngung schattenertragender Holzarten (mit Ausnahme der sehr trockenen und vermagerten Bodenflächen, auf denen die jungen Pflanzen den letzten Rettungsanker im Taugenuß finden) die Bepflanzung der Besamungsschläge am wirkungsreichsten und am erfolgsichersten sein wird. Der rationelle Verjüngungsbetrieb mußte verhüten, daß Bodenzustände entstehen, welche Entfernung des Unkrauts, Lockerung von Riefen, von Löchern ꝛc. notwendig machten. Hatten sich in älteren Kiefernbeständen ꝛc. Heidelbeer- und Heidesträucher u. s. w. angesiedelt, so war in erster Linie die Pflanzung unter Schirmschlägen mit Entfernung des Unkrauts und Bodenlockerung zu versuchen, nicht aber dem Unkrautwuchs durch Kahlschläge Thür und Thor zu öffnen.

Wenn dagegen für einen verarmten und trockenen

*) Das Verhältnis zwischen Buchen-, Fichten- und Kiefernbeständen wird sich abändern, wenn die Wirkung des Laubes und der Nadeln auf die Bodenverdunstung festgestellt worden ist.

Boden schattenertragende Holzarten für die Nachzucht zu wählen sind (sicherlich seltene Fälle, etwa wenn die Kiefer wegen der Schütte nicht angebaut werden kann und durch die Fichte ersetzt werden muß), so hatte man zu untersuchen, ob der Taugenuß die Pflanzen in besserer Weise turgescent erhalten wird, als der geringe Wasserzufluß aus dem Boden. Bei diesem Bodenzustand hat die Benetzung der jungen Holzpflanzen während der heißen und trockenen Zeit durch die Regen- und namentlich die Tauniederschläge ganz besondere Bedeutung, weil die Transpiration nach der Benetzung nicht mehr erheblich ist und die Pflanzen alsbald durch kapillare Wasseranziehung und den Wurzeldruck in Saftfülle kommen. Die Schirmschläge halten nicht nur die Regenniederschläge zurück, sie verhindern auch die Taubildung. Die jungen Holzpflanzen, welche durch den mangelnden Lichtgenuß ohnehin zu keinen großen Kraftleistungen befähigt sind, werden in der warmen Luft unter dem Kronendach auch noch nach Sonnenuntergang transpirieren. Sie werden im heißen Sommer bald vertrocknen, wenn ihnen der letzte Rettungsanker, der Taugenuß, mangelt. Auf diesen trockenen Standorten würde man immerhin die Besamungsschläge, nachdem sie besamt oder besser bepflanzt sind, rasch lichten müssen; die Schirmwirkung würde einen geringen Effekt haben. Man wird für die Beschädigung des Nachwuchses bei der Fällung und Räumung vielleicht keinen genügenden Ersatz finden. Auf armen Böden und bei der Nachzucht lichtbedürftiger Holzarten ist es, wie gesagt, zweckmäßiger, sofort kleine, seitlich geschützte Schläge (möglichst Saumschläge oder kesselförmige Verjüngungsflächen) kahl zu hauen, den Boden so weit zu lockern, als örtlich erreichbar ist und gleichzeitig zu bepflanzen. Diese Saumschläge sind der herrschenden Windrichtung entgegen zu führen, wenn Fichten- oder Tannenbestände zu verjüngen sind. Wenn dagegen vom Winde keine Gefahr zu besorgen ist, so kann man sie in östlicher Richtung führen, weil in diesem Falle möglicherweise die austrocknenden Ostwinde weniger schaden können.

Die Forstwirte, welche die Verwendung von Ballenpflanzen und namentlich von verschulten Pflanzen erprobt gefunden haben, werden indessen einwenden: es ist allerdings möglich, daß man,

wenn der Boden frisch und locker ist, durch die genannte Spaltpflanzung (die wir in der vierten Abteilung dieses Abschnitts genauer kennen lernen werden) mit einem sehr geringen Aufwand von Kosten und Arbeitskräften denselben oder einen besseren Erfolg erzielt, wie die Natur mit dem abfallenden Samenkorn. Aber es sind in der Regel andere Bodenzustände Kulturobjekte. Abgesehen von den flachgründigen, steinigen und felsigen, nassen und sumpfigen Böden sind die Kulturorte sehr oft an der Oberfläche vertrocknet, verhärtet, ausgemagert und mit Unkräutern überzogen. Hat hier nicht die Versetzung großer Pflanzen — Ballenpflanzen, verschulter Pflanzschulzöglinge u. s. w. — größere Vorzüge, als die Spaltpflanzung mit 1jährigen Kiefern, 2jährigen Lärchen und 2—3jährigen Fichten u. s. w.? Diese Frage konnte nur durch komparative Untersuchungen gelöst werden und namentlich hatte man dabei die gleiche Bodenbearbeitung, die man als Vorbereitung beim Einsetzen der stärkeren Pflanzen gebraucht, auch den kleineren, unverschulten Pflanzen angedeihen zu lassen. Ohne den scharfen Beweis, den diese Vergleichung geliefert haben würde, kann man nur sagen, daß die höhere Leistungsfähigkeit der kostspieligen Pflanzverfahren nicht nur nicht erwiesen, sondern entschieden unwahrscheinlich ist. Allerdings können die größeren Pflanzen stärkere und weiter ausgedehnte Wurzeln benutzen. Ich habe jedoch schon oben bemerkt, daß diese Wurzeln auch einen größeren Körper zu ernähren und eine größere Wasserverdunstung zu bestreiten haben. Es ist aber ferner auf die stärkeren und weit verzweigten Wurzeln nicht der entscheidende Wert zu legen, sondern lediglich auf die Faserwurzeln und speciell auf die Wurzelhaare. Stehen die letzteren nach dem Abreißen von der Erde beim Ausheben in einem besseren Verhältnis zur großen Pflanze, wie die Wurzelhaare der 1- bis 3jährigen, in demselben lockeren Boden gewachsenen Pflanze (die man ja auch mittels dünner Saat, Ausrupfen ꝛc. geräumig erziehen kann) zu dieser kleinen Pflanze? Ohne die Beantwortung dieser Frage ist die große Kostenausgabe, welche die stärkeren Pflanzen erfordern, nicht gerechtfertigt. Zudem können tiefe Löcher, große die Pflanzen umhüllende Erdballen u. s. w. lediglich das Anwurzeln und nächstzeitige Fortwachsen der Pflanzen erleichtern, nicht aber den Wassergehalt der Pflanzstellen dauernd erhöhen. Bei der

raschen Wasserbewegung im Boden werden die Löcher, Erdballen ꝛc. alsbald ihr Wasser an die nachbarlichen, nicht gelockerten und darum stark verdunstenden Bodenschichten abgeben. Für derartige mißliche Bodenverhältnisse wird, wie ich unten durch die specielle Kostenvergleichung zeigen werde, in erster Linie zu untersuchen sein, ob die Lage und die Bodenbeschaffenheit Tiefkultur der gesamten Verjüngungsfläche (mit dem Untergrundspflug) gestattet, die gründlich hinsichtlich der Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit wirkt (und selbst bei schwer zu bearbeitendem Boden 70—80 M. per Hektar selten kosten wird, während in den meisten deutschen Staaten viel höhere Beträge thatsächlich für die Bepflanzung verausgabt worden sind).

Die leistungsfähigsten Verjüngungsmethoden sind schon aus diesen kurzen Ausführungen klar zu erkennen. Abgesehen von abnormen Bodenzuständen wird für die Nachzucht der schattenertragenden Holzarten namentlich der Buche, Tanne und der Fichte (der letzteren Holzart, in geschützten Lagen und auf frischem Boden), in der Regel Bepflanzung der Besamungsschläge, überhaupt der Schirmschläge mit 1—3jährigen Saatschulpflanzen, dagegen für die Nachzucht der lichtbedürftigen Holzarten — namentlich der Kiefern, Lärchen und Eichen — Bepflanzung kleiner, seitlich geschützter Kahlschläge gleichfalls mit kleinen Pflanzen nach Entfernung des Unkrauts ꝛc. zu wählen sein. Wenn indessen der Samenabwurf des Mutterbestands — vor allem bei der Rotbuche, zuweilen auch bei der Tanne und Fichte — rechtzeitig aufkeimt, so wird man denselben selbstverständlich benutzen. Aber bei der Seltenheit der Samenjahre in vielen Gegenden Deutschlands darf sich der vorsichtig geleitete Verjüngungsbetrieb nicht auf diesen unsicheren Faktor stützen, man muß stets einen genügenden Pflanzenvorrat in Bereitschaft halten.

2) Die Ansichten der Waldbaulehrer hinsichtlich der Wahl zwischen der natürlichen und künstlichen Verjüngung der Waldungen.

Georg Ludwig Hartig stellt die natürliche Verjüngung an die Spitze der Verfahrungsarten zur Fortpflanzung der Waldungen. Sie sei die wohlfeilste, dauerhafteste und die am wenigsten mühsame unter allen Holzerziehungsmethoden. Der Förster sei nur berechtigt,

künstliche Holzerziehungsmittel einzuschlagen, wenn der vorhandene Bestand zur natürlichen Besamung nicht geeignet oder der Boden von Holz entblößt sei.

Heinrich Cotta steht auf einem wesentlich verschiedenen Standpunkt. Er will die natürliche Holzzucht dem künstlichen Holzbau nur „in Gegenden, welche noch Ueberfluß an Waldung und wenig Absatz haben, bei Holzarten, welche in der Jugend viel Schutz und Schatten verlangen, Verletzungen aber leicht ausheilen, z. B. bei der Tanne, unter sehr günstigen Standortsverhältnissen und bei Holzarten, von denen man zu selten keimfähigen Samen vorrätig haben kann", vorziehen. Außer den Fällen, in denen die natürliche Holznachzucht nicht möglich oder besonders schwierig ist, stellt Cotta die Wahl des Holzanbaues aus der Hand frei:

1) weil der Nachwuchs sicherer als bei der Holzzucht unmittelbar nach dem Abtriebe erlangt werden kann, wodurch man das Verderben des Bodens vermeidet, und mithin in doppelter Hinsicht an Zuwachs gewinnt. Wo nun die Holzpreise hoch genug sind, da ersetzen einige Jahre Zuwachs die Kulturkosten mehr als hinreichend;

2) weil man es besser als bei der Holzzucht in der Gewalt hat, weder zu dichte noch zu lichte Bestände zu erlangen, was viel wichtiger ist, als die meisten glauben;

3) weil sich eine größere Mannigfaltigkeit von Holzarten untereinander erziehen läßt, wodurch das Wachstum befördert wird, und vielerlei Gefahren, z. B. Windbruch, Insektenfraß rc., abgewendet werden;

4) weil man auch für jede kleine Stelle eines Schlages die Wahl der passenden Holzart besser treffen kann, wodurch der Ertrag um vieles vermehrt wird;

5) weil der Holzanbau in manchen Fällen weniger kostspielig ist als die Holzzucht, indem bei dieser durch das Herausschaffen der Samenbäume aus den Schlägen oft so beträchtliche Löhne notwendig werden, daß sie die Kulturkosten übersteigen;

6) weil an steilen Bergen die zur Besamung übergehaltenen Bäume wegen des Herausschaffens zu Scheitholz zerschnitten werden müssen und dadurch gewöhnlich viel am Werte verlieren;

7) bei der Verjüngung von so verkümmerten Beständen, daß man zu fürchten hat, aus ihrem Samen nur kümmerliche Pflanzen zu ziehen.

Hundeshagen glaubt wieder (1821), daß der künstliche Holzanbau fast durchaus der Holzzucht untergeordnet bleiben, also nur als bedingtes Hilfsmittel benutzt werden müsse.

Pfeil betont als Nachteile der natürlichen Verjüngung: schlechter Wuchs bei lichtbedürftigen Holzarten, Verlust des Stockholzes, Zu-

wachsverlust, Ungleichwüchsigkeit der Nachzucht, Abhängigkeit der Hiebsleitung von Samenjahren, teils zu lückenhafter Stand der jungen Pflanzen, Schwierigkeit der Bildung gemischter Bestände. Derselbe fährt hierauf fort:

Es ist demgemäß als ein sehr zu tadelndes Vorurteil anzusehen, wenn man glaubt, daß in einer guten Forstwirtschaft es Regel sein müsse, die Hochwaldbestände immer durch Samenschläge zu verjüngen, wo dies möglich ist, daß der Anbau aus der Hand nur da eintreten dürfe, wo dieselben mißlingen, oder der Beschaffenheit der Bestände u. s. w. gemäß, unausführbar sind. Bei einer guten Wirtschaft, wo das Holz Wert genug hat, um die zur Erziehung vollkommenen Bestände, zur Gewinnung der vollen Bodenproduktion aufgewendete Arbeit zu bezahlen, ist unter Verhältnissen, wo der kahle Abtrieb thunlich, der Anbau aus der Hand sicher ist, dieser beinahe immer den Besamungsschlägen vorzuziehen, selbst wenn man den staatswirtschaftlichen Grundsatz unbeachtet lassen will: daß man immer so viel als möglich Gelegenheit zur produktiven Arbeitsdarstellung zu geben suchen muß. Die Beachtung desselben wird aber in der neueren Zeit immer wichtiger, jemehr die Menschen sich vermehren, welchen entweder Almosen zu ihrer Erhaltung gegeben werden, oder Arbeit, die sie ernähren kann, nachgewiesen werden muß. Welche Ausgabe kann aber wohl mehr sich rechtfertigen als eine solche, wodurch eine Vermehrung des in vielen Gegenden so sehr fehlenden Holzes bewirkt, und zugleich die ärmste Volksklasse ernährt wird.

Gwinner ist wieder anderer Ansicht.

„Ueberall, wo eine künstliche Anzucht der Waldungen wegen der Anforderungen der Holzarten oder wegen des Standorts mit Gefahr oder mit außerordentlicher Aufopferung verknüpft wird, muß die natürliche Verjüngung Regel bleiben, wenngleich hierbei die künstliche Kultur in weit größerem Umfang, als es an vielen Orten bisher geschah, zur Unterstützung dienen muß. Als Vorteile der künstlichen Nachzucht der Waldungen führt indessen Gwinner an:

1) Man kommt in vielen Fällen schneller und sicherer zum Ziel und der Ertrag kann genauer angegeben werden.

2) Es ist eine vollständige Stock- und Wurzelholznutzung möglich.

3) Die Nachzucht der Waldungen wird von dem Eintritt der Samenjahre unabhängiger.

Auch können in den meisten Fällen so viele Jahre, als die Pflänzlinge zur Zeit der Pflanzung alt sind, als Gewinn zum Zuwachs betrachtet werden.

4) Nach dem Abtrieb, mit, und sogar auch nach der Anzucht des jungen Waldes können landwirtschaftliche Zwecke verfolgt werden.

5) Durch den Umbruch des Bodens wird das Wachstum des neuen Waldes befördert.

6) Bei der Wahl der Holzarten hat man größeren Spielraum, namentlich auch in Beziehung auf Mischung; es werden ferner gleichförmigere Bestände erzogen und regelmäßigere Altersabstufungen gebildet.

7) Es ist für künstlich erzogene Bestände weniger von Naturereignissen zu

befürchten und die bei der natürlichen Verjüngung so häufigen Schlagnachbesserungen sind größtenteils erspart.

8) Die Wirtschaftseinrichtung und namentlich die Schlagfolge werden weniger gestört.

9) Ueberhaupt erhält der Wald bälder Ruhe, die Schlagauszeichnungen werden entbehrlich, die Anlage, Unterhaltung der Wege und die Abfuhr erleichtert.

10) Es ist in vielen Fällen einfacher und kunstloser, eine abgeholzte Fläche anzubauen, als auf derselben die natürliche Verjüngung durchzuführen.

11) Die künstliche Verjüngung ist ratsam, wo zu befürchten ist, daß die zur Verjüngung angehauenen Schläge vom Winde geworfen werden und die vorhandene Holzart im Freien nicht erzogen werden kann.

12) Ebenso, wo durch Herausschaffen des Holzes aus dem Unterwuchs dieser allzusehr beschädigt oder durch Zerkleinern des erstern behufs leichteren Transports ein wesentlicher Sortimentsverlust herbeigeführt würde.

13) Sie ist in der Regel notwendig bei Bestandesumwandlungen.

14) Sie ist geboten: Bei neuen Anlagen von Wald, bei mangelnder Fortpflanzungsfähigkeit des Bestandes, oder wo unabwendbare Gefahren allen Pflanzen drohen, welche nicht eine gewisse Stärke und Höhe überschritten haben.

Als Vorteile der natürlichen Verjüngung betont anderseits Gwinner:

1) dem Boden wird seine Laub- und Moosdecke, Humus und Feuchtigkeit mehr erhalten, auch ist die Abschwemmung weniger möglich;

2) die jungen Pflanzen haben bei richtiger Hiebsführung durch die Mutterbäume mehr Schutz in ihrer ersten Entwicklung, was, wenn sie dessen bedürfen, namentlich bei ungünstigem Standort sehr zu beachten ist;

3) der etwaige Vorwuchs kann für die Zwecke der Verjüngung benützt werden, soweit er noch gesund ist;

4) der Zuwachs am Besamungs- oder Schutzbestand, der beim kahlen Abtrieb verloren geht, ist in diesen Fällen sehr bedeutend, und vermehrt oft den Sortimentswert wesentlich, ohne dem Nachwuchs zu schaden;

5) die Kulturkosten sind erspart, oder wenigstens auf ein kleinstes beschränkt.

Gwinner hat, wie man sieht, lediglich den Kahlhieb mit nachfolgendem Holzanbau im Auge. Bei der künstlichen Vorverjüngung, die wir ad 1 befürwortet haben, fallen die zu Gunsten der natürlichen Verjüngung angeführten Gründe (bis auf die von Gwinner ad 5 erwähnte Ersparung von Kulturkosten) hinweg.

Stumpf geht noch einen Schritt weiter als Gwinner.

Er sagt: „Solange die natürliche Verjüngung der Waldungen auf eine dem Zwecke der Wirtschaft entsprechende Weise möglich ist und auf diesem Wege vollkommen junge Waldungen erzogen werden können, findet die künstliche Holz-

zucht oder der Waldanbau im allgemeinen keine Anwendung oder wird auf die erforderlichen Nachbesserungen beschränkt. Künstlicher Anbau soll außer diesen Nachbesserungen nur dann eintreten, wenn der Bestand fehlt oder zur Nachzucht nicht geeignet ist, bei der Verjüngung der Fichte in Windwurflagen, bei starken Beschädigungen des Nachwuchses durch die Abfuhr starker Stämme 2c. Aber Stumpf begründet den aufgestellten Grundsatz in eigenartiger Weise: „Die Befriedigung der mit Zunahme der Bevölkerung täglich steigenden Holzbedürfnisse ist eine mächtige staatswirtschaftliche Aufforderung geworden, die Produktion der Waldungen nach Möglichkeit zu vermehren, was in vielen Fällen nur mit Hilfe des Holzanbaues möglich ist; die hohen Holzpreise aber ließen die früheren Rücksichten auf den Kostenaufwand in den Hintergrund treten.“ Es sei abzuwarten, ob die Verbindung der Holzzucht mit der Fruchtnutzung glänzendere Ergebnisse, als bisher, habe. Aus diesen Gründen sei im größeren Forsthaushalt im allgemeinen an dem oben mitgeteilten Grundsatz festzuhalten.

Nach **Jäger** ist die künstliche Kultur nützlicher, als die Holzzucht.

1) Wenn die Holzpreise hoch stehen und die Bedürfnisse dringend sind, zeigt sich die künstliche Kultur um so nützlicher und rätlicher, als bei ihr weder Zuwachs verloren geht, noch der Boden verdirbt, was bei der natürlichen Verjüngung so häufig geschieht.

2) Wenn eine bestimmte Entfernung der Holzpflanzen in den verschiedenen Altersperioden gewünscht wird, kann dieses in den meisten Fällen nur durch eine künstliche Kultur bewirkt werden.

3) Wenn mehrere Holzgattungen in bestimmten Verhältnissen gemischt erzogen werden sollen.

4) Wenn jeder Boden die entsprechende Holzart producieren soll.

5) Wenn und wo zu befürchten ist, daß bei einer lichteren Stellung der Bäume der Wind, Schnee und Duft Schaden anrichtet, und

6) wenn und wo die Besamung ungleich erfolgt, dadurch die Erziehung unvollkommener Bestände erschwert, oder bedeutender Schaden durch die Fällung und Abfuhr der Samenbäume zu befürchten ist.

Jäger gibt deshalb den Rat, außer Buchen und Tannen keine Holzart auf natürlichem Wege zu erziehen.

Ebenso will **Karl Heyer** die natürliche Verjüngung auf die Schutzwälder und auf Gegenden, in denen die Holzpreise sehr niedrig stehen, auf rauhe Hochlagen, frei gelegene Bergkuppen und Kämme, schroffe Einhänge und Böden mit starkem Unkrautwuchs, seichte Felsböden und Felsgeröll 2c. beschränken.

Karl Fischbach glaubt daß in den meisten Fällen eine Kombination der natürlichen und der künstlichen Nachzucht notwendig sei.

Heinrich Burckhardt will die natürliche Verjüngung nur bei der Buche und Tanne als Regel beibehalten, sonst nur als Ausnahme.

Endlich befürwortet **Karl Gayer** in erster Linie die horstweise Schirmbesamung.

II.

Die natürliche Verjüngung der Waldungen.

Die natürliche Verjüngung der Waldungen durch Vorbereitungs-, Besamungs- und Auslichtungsschläge war, wie gesagt, schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts in mustergültiger Weise ausgebildet worden. Wir haben im dritten Abschnitt (S. 84) die Wirtschaftsregeln für den „Femelschlagbetrieb" in Buchenhochwaldungen, die zur damaligen Zeit namentlich kurhessische Forstwirte veröffentlicht haben, wörtlich kennen gelernt. Zunächst war ein „Vorbereitungsschlag" zu stellen, so dunkel, daß weder Gras, noch Heide, noch Heidelbeeren aufkommen können. Im Mastjahre war hierauf der „Besamungsschlag" zu stellen. Es folgten alsdann vier, fünf und mehr „Auslichtungshiebe", der erste nur an denjenigen Stellen, wo die Besamung die Höhe von einem Fuß erreicht hatte, der letzte, wenn die Besamung drei Fuß hoch geworden war — nie auf einmal, sondern überall nach dem Lichtbedürfnis des Anwuchses.

Welche Aufgabe hatten die im neunzehnten Jahrhundert wirkenden Forstmänner im Anschluß an die früheren Leistungen zu erfüllen? In welcher Weise war die Verjüngung der Waldungen durch den Femelschlagbetrieb weiter auszubilden, zu ergänzen und zu verbessern?

Die Ziele, die der Femelschlagbetrieb verfolgt, liegen in verschiedenen Richtungen. Die Verjüngungsfläche soll locker und empfänglich bleiben oder werden, sie soll mit Samen überstreut werden, die Feuchtigkeit und der Humusgehalt des Bodens soll möglichst geschützt, die Holzpflanzen erhalten und der Unkrautwuchs zurückgehalten werden. In Frostlagen tritt der Schutz gegen Spätfröste hinzu.

Abgesehen von der oben erörterten Frage, ob die Ueberstreuung der Fläche mit Samen und namentlich die Erwartung der oft selten eintretenden Samenjahre besondere Vorzüge gegenüber der Bepflanzung des empfänglichen Bodens der Vorbereitungs- und

Besamungsschläge hat, war unter allen Umständen die Beschützung des Wasser- und Humusgehalts eine wichtige Obliegenheit. Unter allen Umständen war der Waldboden bis zur beginnenden Verjüngung dunkel zu beschatten (selbst wenn man bei der Stellung des Besamungsschlages, der die natürliche Verjüngung bezweckte, zu große Laubmassen 2c. künstlich zu entfernen hatte). Bezüglich der Verjüngung schattenertragender Holzarten war genau zu bestimmen, wie die Auslichtung nach Maßgabe der Bodenbeschaffenheit und namentlich des Feuchtigkeitsgehalts vorzuschreiten hat, zumal in den südlichen und westlichen Lagen und auf Waldböden, welche ihren Wassergehalt leicht verlieren. Man kann durch eine sehr dunkle Stellung die Winterfeuchtigkeit etwas länger dem Boden erhalten; aber den jungen Pflanzen werden im Sommer die Tauniederschläge und die Regenniederschläge entzogen — und diese Wirkung wird in vielen Fällen, namentlich auf Sandboden und in südlichen Lagen durch die Erhaltung der Winterfeuchtigkeit nicht kompensiert werden können. Es war durch komparative Untersuchungen festzustellen, wie in dieser Richtung kleine, seitlich geschützte, kesselförmige Schirmschläge und schmale, gleichfalls seitlich geschützte Kahlschläge (Saumschläge) wirken.

Bezüglich der Nachzucht lichtbedürftiger Holzarten war die Untersuchung einfacher. Wenn die starke Lichtung, sogar die Räumung wenige Jahre nach der Ansamung des Schlags notwendig wird, so kann die Stellung desselben in der Hauptsache nur die minder kostspielige Bestreuung der Verjüngungsfläche mit Samen bezwecken. Denn der Gewinn durch die nicht sehr dunkle und bald vorübergehende Beschattung des Schlages würde höchst wahrscheinlich durch die Beschädigung des Anwuchses bei der Fällung und Räumung des Bestandrestes ausgeglichen worden sein. Wenn aber das genannte Ausstreuen des Samens dem Waldbesitzer bei genauer Vergleichung mit dem Erfolg der alsbaldigen Anpflanzung durch billige Methoden mehr kostete, als diese Anpflanzung, so war offenbar der Femelschlagbetrieb für lichtbedürftige Holzarten zwecklos.

Im übrigen ist klar, daß die baldmöglichste Entfernung der stärksten Stämme schon bei der Besamungsschlagstellung die größten Vorteile darbietet, weil unter dem Schirm derselben die Nachzucht

nicht gedeihen kann und größere Lücken verbleiben, auch der spätere Aushieb den Nachwuchs stärker beschädigen würde, als der Aushieb schwächerer Stämme. Man hatte ferner zu beachten, in welchen Grenzen der sog. Vorwuchs, namentlich bei Weißtannen und Buchen, tauglich für die Bildung des jungen Bestands bleibt. Man hatte endlich zu untersuchen, ob in Bucheln- und Eichelmastjahren der Eintritt von zahmen Schweinen (hungrig oder gesättigt) das Unterbringen einer genügenden Samenmenge befördert.

Wie weit ist die Ergänzung der früheren Gebräuche in den oben genannten Hauptrichtungen fortgebildet worden?

A. Die Ansichten der Waldbaulehrer.

1) Die Verjüngung der Rotbuche.

Im Gegensatz zu den oben genannten Vorschriften, welche die Stellung des Vorbereitungsschlages und nach dem Besamungsschlage mehrerer Auslichtungshiebe (jeweils auf den Flächenteilen, welche diese Auslichtung am nötigsten hatten) als Regel angegeben haben, will **Georg Ludwig Hartig** sofort den Besamungsschlag gestellt haben.

Die schönsten und stärksten Stämme sollen stehen bleiben und sich in der Regel mit den äußersten Spitzen der Zweige *beinahe* berühren (im rauhen Klima dürfen dieselben ineinandergreifen; bei vorhandenem, hinlänglichem Samenabwurf oder wenn eine beträchtliche Menge junger Buchenpflänzchen schon vorfindlich ist, dürfen die äußersten Spitzen der Aeste sechs bis acht Fuß voneinander entfernt sein). In dieser dunklen Stellung bleibt der Schlag, bis er größtenteils oder allenthalben drei bis vierjährig, also 8—12 Zoll hoch geworden ist. Hierauf wird die Hälfte der Samenbäume (und zwar immer die stärksten Stämme) da weggenommen, wo der meiste Aufschlag erfolgt ist; man gibt den stehenbleibenden Stämmen eine möglichst gleiche Entfernung. Indessen darf dieser „*Lichtschlag*" nicht auf einmal zu licht gestellt werden; vielmehr müssen die notwendigen Schutzbäume vorerst noch stehen bleiben, namentlich im rauhen Klima, in der Nähe von Sümpfen, Flüssen und Seen und an den Sonnenseiten der Berge. Wenn das junge Holz 1½ bis 3 Fuß hoch geworden ist, so werden alle Bäume herausgehauen — man führt den *Abtriebsschlag*. Später, im Jahre 1831, erteilte G. L. Hartig die Vorschrift, daß im milden Klima der Lichtschlag geführt wird, wenn die jungen Buchenpflanzen 2 Jahre alt geworden sind, dagegen der Abtriebsschlag, wenn sie 1½ bis 2 Fuß hoch geworden sind; im rauheren Klima ist der „erste Auslichtungsschlag" zu führen, wenn der Anwuchs drei- bis vierjährig oder 8 bis 12 Zoll hoch ist, der „zweite Auslichtungsschlag", wenn derselbe ½ bis 2 Fuß und der „Abtriebsschlag", wenn der Anwuchs eine Höhe von 2½ bis 3 Fuß erreicht hat.

Die Vorschriften, welche G. L. Hartig von 1791 bis 1831 erteilte, gehen allmählich von der lichteren zu der dunkleren Schlagstellung über.

Aber sie bekunden, im Vergleich mit den oben mitgeteilten Verjüngungsregeln, keineswegs einen durchgreifenden Fortschritt. G. L. Hartig schreibt im wesentlichen drei Verjüngungshiebe vor — den Besamungsschlag, Lichtschlag und Abtriebsschlag. Indessen haben die früher gebräuchlichen Vorbereitungshiebe, die den Boden empfänglich für das Aufkeimen des Samenwuchses machen, und die allmählichen Auslichtungshiebe, welche überall eingreifen, wo die jungen Pflanzen Licht brauchen, unverkennbar schätzenswerte Wirkungen bei der Verjüngung der Hochwaldungen, zumal der Buchenbestände.

Heinrich Cotta legt dagegen besonderen Wert auf die Vorbereitungsschläge.

Auf der zur Auslichtung bestimmten Fläche sollen „ungefähr 1/4 mehr Bäume stehen bleiben, als man bei einem ordentlichen Samenschlage in der Gegend für angemessen hält". Erfolgt ein Samenjahr, so werden so viele Schläge zusammengenommen, daß die Holzmasse derselben für die Nutzung in demjenigen Zeitraum, der von einem Mastjahr zum anderen erfahrungsgemäß verfließt, ausreicht und hierauf läßt man jährlich den Etat fällen. Die Besamungsschläge sollen in der Regel so gestellt werden, daß sich die Zweigspitzen noch berühren; beim Zusammentreffen besonders günstiger Verhältnisse dürfen dieselben 15 Fuß und noch mehr voneinander abstehen. Der Lichtschlag wird geführt, wenn die Pflanzen ungefähr einen Fuß hoch sind und dabei gewöhnlich ungefähr die Hälfte des vorhandenen Holzes nach dem Lichtbedarf des Nachwuchses weggenommen. Wenn das ganze Holz 1 bis 4 Fuß hoch ist, so wird der Abtriebsschlag geführt. Indessen ist in Notfällen auch bei einer Nachwuchshöhe von 10 und mehr Fuß die Räumung ohne besonderen Schaden bei genügender Vorsicht zu bewerkstelligen.

Joh. Christ. Hundeshagen erwähnt hinsichtlich der natürlichen Verjüngung der Waldungen nur drei Hiebsstufen: Besamungsschlag, Licht- und Abtriebsschlag.

In Buchenwaldungen sollen sich bei der Stellung des Besamungsschlages die Zweigspitzen beinahe noch berühren und die Entfernung derselben unter den günstigsten Verhältnissen über wenige Fuß nicht hinausgehen. Der Lichtschlag wird auf gutem frischem Boden gestellt, wenn die Pflanzen im Durchschnitt die Höhe von höchstens einem Fuß erreicht haben; es wird auf diesem Boden die Hälfte der Stammzahl hinweggenommen. Auf trockenem Boden und in zu dichten Besamungsschlägen hat die erste Lichtung schon im zweiten Herbst nach erfolgtem Aufschlag stattzufinden (während G. L. Hartig

dunklere Stellung für die Sonnenseiten der Berge empfohlen hatte). Es werden dabei nur soviel Stämme ausgehauen, als zu entfernen sind, um den Ausschlag vorläufig gesund zu erhalten; stufenweise und durch mehrere Nachsämungen ist auf diesem Boden dem Ausschlag nach Bedürfnis das nötige Licht zu verschaffen. Die vorsichtige und stufenweise fortschreitende Lichtung ist auch bei unvollkommen erfolgtem Ausschlag einzuhalten. Der Abtriebsschlag wird bei einer Höhe des Buchennachwuchses von $1^1/_2$—2 bis 4 Fuß geführt.

Wilhelm Pfeil hat bekanntlich wegen der unendlichen örtlichen Verschiedenheit im Verhalten der Waldbäume die letzteren durch besondere, nicht näher bezeichnete Studien befragen wollen. Wir werden sonach eigenartige Beziehungen kennen lernen; die Pfeilschen Verjüngungsregeln werden für die wesentlichsten Standortsgruppen, die man in Deutschland ausscheiden kann, sehr abweichend lauten.

Pfeil behandelt in seinem S. 42 genannten letzten Werk die Verjüngungsmethoden nicht im allgemeinen, sondern getrennt nach Holzgattungen. Besonders ausführlich wird die natürliche Verjüngung der Rotbuche dargestellt. Der Kronenschluß des gleichwüchsigen Vollbestands wird zunächst durch den „Vorbereitungsschlag" mäßig gelockert. Dieser Vorbereitungsschlag kann, so sagt Pfeil, aus mannigfachen Rücksichten gestellt werden. Die Holzmasse ist zu vermindern, damit der Besamungsschlag bei einem gegebenen Abgabesatz rechtzeitig vorschreiten kann. Die starke Laubdecke soll, während die Besamung vorbereitet wird, zersetzt werden, damit der Samen an den Boden gelangt und nicht in der Moderschicht keimt, wo im Sommer die junge Pflanze vertrocknet. Stangen und mittelwüchsige Bäume sollen ihre Kronen ausbilden und zum Samentragen gereizt werden. Der Besamungsschlag ist in Frostlagen, auf einem frischen und kräftigen Boden, an den Rändern der Schläge und in den südlichen Gegenden Deutschlands dunkler zu halten, als auf einem armen und leicht austrocknenden, ferner einem graswüchsigen Boden, bei schon vorhandenem Schutzholz und namentlich in den nördlichen Gegenden Deutschlands. Bei den ferneren Lichtungshieben sind die Pflanzen auf Nordhängen, in den frischen, nicht den Spätfrösten unterworfenen Gründen, in den geschlossenen Pflanzenhorsten, in der Mitte der Schläge lichter zu stellen, als dürftig wachsende Pflanzen auf armen Boden und auf den Südhängen. Pfeil vertritt sonach die sonderbare Ansicht, daß der frische, kräftige Boden bei der Besamungsschlagstellung dunkel, dagegen bei den ferneren Auslichtungshieben licht zu stellen, dagegen der ärmere Boden auf den Südhängen beim Besamungsschlage licht (wegen des Taugenusses und der kleinen Sprühregen), bei den Auslichtungsschlägen dagegen dunkel zu stellen sei. Anderseits fordert Pfeil mit Recht die sofortige Erzeugung eines gleichmäßigen, überall genügenden Ausschlags; er will bei lückigen Besamungen und lang ausbleibenden Samenjahren vorzugsweise die Buchelsaat und die Büschelpflanzung (mit Ballen in Löcher) benutzen.

Der besamte Buchenschlag bleibt gewöhnlich, wie Pfeil meint, zwei Jahre stehen; dann wird ein Dritteil der noch stehenden Holzmasse herausgehauen;

nach Verlauf von 2—3 Jahren nimmt man von der verbliebenen Holzmasse wieder die Hälfte hinweg und nimmt nach Verlauf von 6—8 Jahren die vollständige Räumung vor. „In sehr rauhen, den Spätfrösten ausgesetzten Gegenden kann man auch wohl 10, 12 und noch mehr Jahre in einem Buchenschlage wirtschaften müssen, bevor man ihn gänzlich räumt." Vor allem soll man den Wuchs und namentlich die Blätterentwicklung der jungen Pflanzen betrachten, um zu erkennen, ob sie genügend Licht oder kleine, wenig entwickelte Blätter mit mattgrüner Farbe, die vom Juli ab weiß punktiert erscheinen, haben.

Besondere geheimnisvolle Beziehungen zwischen Schlagstellung und Pflanzenwuchs und namentlich eine durchgreifende Verschiedenartigkeit der örtlichen Wirkung werden uns, wie man sieht, nicht enthüllt. Die Pfeilschen Leistungen sind hinsichtlich der Begründung und Ausbildung der Waldbauregeln nach der Richtung, die dieser Schriftsteller hauptsächlich betont hat, steril geblieben.

Gwinner behandelt zunächst die natürliche Verjüngung der Waldungen im allgemeinen:

Dunkler soll der Besamungsschlag an den Rändern der Schläge, in rauhen exponierten Lagen, auf Südwest, Süd- und Südostseiten, sowie auf magerem, trockenem Boden, auf einem zum Unkrautwuchs und zur Versauerung geneigtem Boden gestellt werden. Der Grad der Lichtstellung soll überhaupt wegen Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit und Bodenkraft nicht weiter gehen, als es zur Erhaltung gesunder Pflanzen notwendig ist. Aber nach erfolgter Besamung sind die weiteren Lichtungen namentlich in rauhen, hohen, sehr exponierten Freilagen, auf Südwest-, Süd- und Südostseiten, auf einem trockenen, armen und ausgemagerten Boden und in Frostlagen rechtzeitig, sobald die hier besonders große Gefahr der Verzärtelung droht (die Pflanzen ein mattes Aussehen bekommen u. s. w.), vorzunehmen.

Die speciellen Regeln, welche Gwinner für die Buchenverjüngung gibt, behandeln zunächst den Vorbereitungsschlag. Gwinner hält denselben um so nötiger, je stärker „auf Sandboden und in trockenen Standorten, auch in kälteren Lagen, wo die Zersetzung der Laubschichten schwerer erfolgt, die vorhandene Laubdecke ist, nur darf er (die Lichtung) nicht zu stark sein, weil sonst das Laub trocken vermodert. Fehlt diese (Laubschicht) oder ist sie unbedeutend, dann ist, besonders auf trockenen Orten, ein Vorbereitungshieb nicht am Platze, oder er ist unter gleichzeitigem Grob- und Kurzhacken des Bodens oder wenn Schweine eingetrieben werden, dann zu empfehlen, wenn man Hoffnung auf ein Samenjahr hat." (Diese Vorschrift Gwinners ist mir nicht ganz verständlich. Wenn man nach der Blüte der Buchen Hoffnung auf ein Samenjahr hat, die jedoch oft getäuscht wird, so hat der Vorbereitungsschlag im nächsten Winter als solcher keinen Zweck, vielmehr hat der mehr oder minder dunkle Besamungsschlag einzutreten.) „Auf sehr kräftigem Boden (Kalk, Basalt, feldspatreicher Granit, Gneis, frischer Thon ꝛc.) ist der Vorbereitungshieb weniger notwendig, jedenfalls der zu befürchtenden Bodenverwilderung wegen nicht zu stark zu greifen." Dieser Hieb

erstrecke sich auf etwa 0.1—0,2 des Haubarkeitsbestands; der Boden dürfe sich nicht begrünen oder wenigstens nur mit schattenertragenden Pflanzen. Vorwuchs, wenn man ihn nicht zu lange im Druck erhält, leiste für die Verjüngung sehr wesentliche Dienste.

Beim Dunkelschlag würden die Schläge in der Richtung von Westen nach Osten geführt, weil die Kälte zurückzuhalten sei. Eine Entfernung der Zweigspitzen von 4—10 Fuß (1,1—2,9 m) soll als Anhaltspunkt dienen. Auf nördlichen und nordöstlichen Lagen, bei einem nicht zum Graswuchs geneigten Boden, bei vorhandenem tauglichem Anwuchs und in Samenjahren könne lichter gehalten, in den entgegengesetzten Lagen und sowohl auf trockenem, wie auf fettem Boden, in rauhem Klima, an steilen, exponierten Bergwänden und in kalten, feuchten Niederungen 2c. müsse dunkler gehalten werden. Im ersten Sommer seien die jungen Pflanzen brüchig wie Glas. Es dürften 0,15 bis 0,30 der vorhandenen Masse erfolgen, doch sei ein sicherer Maßstab schwer aufzustellen. Zur Unterbringung des Samens wird Eintrieb von gesättigten Schweinen, Kurzhacken, vorsichtiges Buchellesen, streifenweises Abziehen und Wiederausbreiten des Laubes 2c. empfohlen.

Die erste Auslichtung könne vorgenommen werden, wenn die junge Pflanze 1—2 Jahr alt sei, sie müsse unter allen Umständen bei 2—3jährigen Pflanzen geschehen. Man lichte oft, aber nicht zu stark; 2—3 oder 4 Lichtungen, je 2—3 Jahre auseinander, werden 0,15—0,25 von der zur Zeit der Dunkelschlagstellung vorhandenen Masse der Räumung übrig lassen.

Karl Stumpf gibt für die Verjüngung der Buchenhochwaldungen die folgenden Regeln:

Der Vorbereitungsschlag hat den Kronenschluß zu erhalten. Im Besamungsschlag ist eine lichtere Stellung, und zwar in der Ausdehnung, daß die Zweigspitzen 6—8 Fuß voneinander entfernt sind, in folgenden Fällen zulässig: im milden Klima (wo Spätfröste nicht zu fürchten sind, der Boden aber fruchtbar ist) an den Nord- und Ostseiten der Mittelgebirge und im Hügelland, bei sehr langschaftigen Samenbäumen mit verhältnismäßig starker Krone, bei bereits vorhandenem Aufschlag oder in einem vollkommenen Samenjahre. Etwas dunkler und zwar so, daß die Spitzen der äußeren Zweige noch etwas ineinander greifen, wird die Schlagstellung an steilen, südlichen und westlichen Bergwänden, auf magerem oder sehr trockenem Boden, auf frischem, sehr kräftigem, besonders zum Graswuchs geneigtem Boden und in sehr rauhen Gebirgsgegenden gehalten. Entsprechend ist die Stellung des Besamungsschlages, wenn so viel Licht auf den Boden fällt, daß sich einzelnes Gras entwickelt und zwischen den Buchenpflanzen aufkommt, ohne diese zu unterdrücken. Bei den weiteren gelinden und allmählichen Nachhauungen ist eine baldige, aber sehr mäßige Lichtung auf magerem Boden notwendig (wegen des Laugenusses). Auf kräftigem, frischem Boden ist es weder nötig, noch wegen des zu befürchtenden Graswuchses rätlich, den Lichthieb frühzeitig zu beginnen. Der Abtriebsschlag wird geführt, wenn die Pflanzen im milden Klima 1½ bis 2 Fuß, in rauhen, den Fröston ausgesetzten Lagen 3—4 Fuß und 10—15 Jahre alt geworden sind.

Karl Heyer bespricht zunächst die Verjüngungsart im allgemeinen.

Der künstliche Holzanbau koste zwar Geld, aber er ermögliche die Anzucht gleichalteriger Bestände mit zweckmäßiger räumlicher Verteilung der Stämme, sei vorzugsweise für Kiefern, Lärchen, Erlen rc. empfehlenswert und vermöge die Einhaltung der normalen Umtriebszeit durch ununterbrochenen Fortgang der Verjüngung am meisten zu sichern. Dagegen sei die natürliche Verjüngung in rauhen Lagen, auf freigelegenen Bergkuppen und Kämmen, an schroffen Einhängen und da, wo starker Unkrautwuchs drohe, sodann auf seichten Felsböden und überhaupt auf Böden, welche mit Felsgeröll und größeren Felsstücken nur bedeckt seien, endlich für die in ihrer Jugend zärtlichen Holzarten, wie Buchen und Tannen, vorzuziehen. Karl Heyer gibt der Pflanzung — namentlich der Ballenpflanzung mit dem Hohlbohrer — den Vorzug vor der Saat und befürwortet die letztere nur für Ausnahmefälle (billigen Samen und empfänglichen Boden, sehr steinigen Boden). Bezüglich der Schlagstellung gibt Karl Heyer im allgemeinen dieselben Vorschriften, wie Gwinner.

Im speciellen ist Karl Heyer für Vorbereitungshiebe (wegen des Bodenschutzes bei ausbleibender Mast) und für eine dunkle Stellung der Besamungsschläge. Die Kronenränder der Mutterbäume sollen sich während der Belaubung im Sommer fast noch berühren oder doch nur um 2—3 Fuß voneinander abstehen. Wenn die Auslichtungen im allmählichen Abtriebsschlag, die erst im zweiten Herbste nach der Besamung zu beginnen haben (weil die einjährige Buche nur eine Endknospe hat, deren Verlust das Verderben der Pflanze nach sich zieht), soweit fortgesetzt sind, daß der durchschnittliche Abstand zwischen den Baumkronen 15—20 preußische Fuß (4,7 bis 6,3 m) erreicht hat, so ist der Rest der Mutterbäume abzuräumen.

Karl Fischbach fordert für den Buchenbesamungsschlag eine Stellung, durch welche die äußersten Zweigspitzen 2—3 m voneinander entfernt werden. In rauhen, den Spätfrösten ausgesetzten Lagen und auf mageren Böden erfordert der Gang der Verjüngung, so sagt Fischbach, einen Zeitraum von durchschnittlich 15—20 Jahren, in milden Lagen und bei gutem Boden eine Periode von 7—8 Jahren.

Heinrich Burckhardt teilt im wesentlichen die vorher mitgeteilten Anschauungen. Er behauptet indessen, daß bei der Verjüngung der Rotbuche der trockene Boden gleich von vornherein die lichteste Schlagstellung neben dem von allen Schriftstellern befürworteten raschen Nachhieb fordere — um so mehr, wenn er auch noch unkräftig sei.

Der „Buchenhochwald-Betrieb" ist ausführlich von **Karl Grebe** behandelt worden (1856). Grebe ist, wie wir schon früher

gesehen haben, ein Anhänger der Ansicht, daß die örtlich wechselnden Bodenbestandteile, namentlich der Gehalt des Bodens an Mineralstoffen, besondere Beachtung bei den forstlichen Wirtschaftsmaßnahmen verdienen.

Aber die Regeln, die Grebe in Hinblick auf die Gebirgs- und Bodenarten gibt — was besagen sie? Auf einem frischen, gras- und unkrautwüchsigen Boden und ebenso auf einem trockenen, flachgründigen, leicht erhärtenden Boden ist eine dunkle Stellung zu geben und nur, wenn der Boden weder von Unkraut überzogen wird, noch aushagert, darf stärker gelichtet werden. Bei der Besamungsschlagstellung sind gleichfalls alle Standorte, welche sich einerseits zur Vergrasung und Verunkrautung, anderseits zur Verödung, Verkrustung und Verhärtung geneigt zeigen, dunkler zu halten und vorsichtiger zu behandeln, als die frischen, lockeren Bodenarten ohne Gras- und Unkrautwuchs. Die sandigen und grandigen, trockenen Bodenarten bedürfen bis zur erfolgten Besamung eine dunklere, gleichmäßige Beschattung, namentlich auf den Süd- und Westseiten, aber nach erfolgter Besamung alsbaldige Lichtung. Zwischen einer starken Begrünung von blattartigen Krautgewächsen (aber nicht von hochstengeligen Hain- und Angergräsern, Beerkraut und Heide) keime die Buchecker sicher und finde wohlthätigen Schutz. Eine dicke Lage von Astmoosen soll abgeräumt werden, dagegen müsse man einen dünnen Moosüberzug auf trockenem, hart werdendem Boden sehr vorsichtig behandeln, wenn man natürliche Besamung erzielen wolle.

Die Bemessung der Stellung nach der Entfernung der Astspitzen, der Aushiebsmasse, nach dem Verhältnis des Stammdurchmessers zum Kronendurchmesser (Grebe hat hierfür durch zahlreiche Untersuchungen im Mittel für 28—56 cm starke Buchen 1 : 16,5 gefunden), nach der Ueberhaltmasse, der Stammzahl 2c. sei praktisch wertlos. Für die weiteren Auslichtungshiebe gibt Grebe nur die bekannten Regeln: auf einem trockenen, flachgründigen, armen Boden, in den Süd- und Westlagen rascher und stärker lichten, als auf tiefgründigen, lockeren oder hart werdenden, frischen, graswüchsigen Böden, auf Nord- und Ostseiten und in den Frostlagen. Der Zeitraum von der Ansamung bis zur Räumung schwankt zwischen 6 und 30 Jahren, für mittlere Verhältnisse darf man im großen Durchschnitt 12—18 Jahre annehmen. Für den Anbau der Buche in den Besamungsschlägen empfiehlt Grebe die Streifen-, Platten- und Rillensaat; für die Nachbesserungen in den Räumungsschlägen die Buchenbüschelpflanzung (Ballen ca. 30 cm lang mit 3—6 Pflanzen, 40—60 cm hoch werden in Löcher eingepflanzt).

Besonderen Wert legt Karl Grebe den Vorbereitungshieben im Buchenhochwalde bei.

Derselbe soll sich in gleichwüchsigen Beständen nicht auf die Wegnahme der völlig überwachsenen Stämme, ohne alle Unterbrechung des Kronenschlusses beschränken, sondern schon einen Teil der mitwachsenden Stämme entnehmen, so daß ein gebrochenes Lückenlicht auf den Boden einzuwirken vermag. Die Bestände werden nicht nur, namentlich in den höheren Regionen, standhafter gegen

Duft- und Schneebruch, es wird zweitens die Samenproduktion und der Holzzuwachs gefördert und drittens wird die Holzmasse verringert, welche die Besamungsschläge in Mastjahren zu entfernen haben und dadurch die größere Ausdehnung der letzteren ermöglicht. Vor allem wird jedoch — und hierauf legt Karl Grebe das Hauptgewicht — die Empfänglichkeit des Bodens durch den Vorbereitungsschlag hergestellt. „Erst wenn der volle Bestandsschluß bis zu einem gewissen Grade unterbrochen und dadurch den Atmosphärilien eine verstärkte Einwirkung verstattet, die Lichterneuerung beschleunigt und dem milden, schräg einfallenden Sonnenlicht ein angemessener Zugang zum Boden eröffnet wird: zersetzt sich die Bodendecke rascher, wittert allmählich zusammen, die Nahrungsschicht setzt sich, die Bodenfrische wird mehr gebunden und bewahrt, der assimilierbare Nahrungsvorrat konzentriert sich und die Saugwurzeln der Samenbäume werden gezwungen, mehr in die Tiefe zu gehen. In diesen „„niedergesetzten““ Böden findet die keimende Buchecker zureichende Bodenfrische, das Keimpflänzchen haftenden Boden für eine tüchtige Anwurzelung und milden Nährstoff für eine kräftige Entwicklung."

Sicherlich kann die Keimpflanze weder in einer dicken Laubschicht, noch in einer bei der Freistellung austrocknenden Moderschicht aufkommen — ganz abgesehen von der Frage, ob der Vorbereitungshieb den assimilierbaren Nahrungsvorrat zu konzentrieren vermag. Wenn man die Verjüngung auf das Aufkeimen der Buchecker begründen will, so ist namentlich auf Sandboden durch länger vorausgehende, vorsichtig betriebene Vorbereitungshiebe der hier besonders unvollkommenen Zersetzung der Laubabfälle zu Hilfe zu kommen. Man muß die Laubdecke, welche die junge Buchenwurzel vom Boden abschließt, beseitigen und diese mechanische Arbeit verrichtet der Vorbereitungshieb. Wenn keine starke Laubdecke vorhanden ist, so ist deren Beseitigung nicht nötig und Grebe bemerkt deshalb mit Recht, daß auf Kalkboden weder ein frühzeitiger Vorhieb nötig, noch überhaupt ein starker Vorbereitungshieb gestattet sei. Auf trockenem und schwachem Boden kann der Vorbereitungshieb leicht schädlich werden, wenn sich die Verjüngungsfläche mit Beerkraut überzieht, vertrocknet und verangert.

Im allgemeinen kann ich mich indessen von der vortrefflichen, von Grebe betonten Wirkung des Vorbereitungshiebes auf den Boden nicht überzeugen. Es scheint mir Aufgabe der Forstwirte zu sein, nicht die Zersetzung und Verflüchtigung der Laubdecke, sondern die Erhaltung derselben zu erstreben — wenn auch nur, um unter dieser Bedeckung des Bodens die Feuchtigkeit für den heranwachsenden Bestand zu erhalten. Der Zersetzung und Verflüchtigung der Laub- und Humusschicht auf der Gesamtfläche kann aber durch die Bepflanzung der Besamungsschläge entgegengewirkt werden und in diesem Falle wird sehr bald der Nachwuchs den Boden wieder beschirmen. Bei der Pflanzung lassen sich die Wurzeln leicht in „empfänglichen" Boden bringen.

Karl Gayer kommt bei der Vergleichung und Abwägung der Verjüngungsmethoden nicht zu scharf formulierten Ergebnissen; die zeitlichen und die örtlichen Verhältnisse und die speciellen Bestands-

arten sollen entscheiden. Für die Rotbuche fordert Gayer mit besonderem Nachdruck die Schirmverjüngung in Horsten.

2) Verjüngung der Fichte.

Georg Ludwig Hartig sagt, daß man die Fichte in gleicher Weise wie die Weißtanne verjüngen könne.

Der Besamungsschlag stelle eine Entfernung der Astspitzen von 6—8 Fuß her. Wenn der Anwuchs 3—4jährig geworden sei, so würden die stärksten Samenbäume etwa mit der Hälfte des Vorrats hinweggenommen. Die Räumung werde bei einer Höhe des Anwuchses von 3/4 bis 1 Fuß vollzogen. Nur „an solchen Orten, wo der Wind, der Erfahrung gemäß, eine außerordentlich starke Wirkung mache und vorzüglich heftig aufstoße“, habe man den streifenweisen kahlen Abtrieb zu wählen. Höchstens 10 Ruten breite Streifen sollen von der Ostseite (Nordost- oder Südostseite) schräg am Berg herunter (gegen das Thal vorziehend) kahl abgeholzt und hierauf angesäet werden. Nachdem der Streifen hinlänglich bewachsen sei, lasse man den abgeholzten Streifen um 6—10 Ruten breiter machen. Die Verjüngung durch sog. Coulissenschläge, d. h. durch den Samenabwurf des streifenweise (6—8 Ruten breit) zu belassenden, haubaren Bestands (hinter dem man einen Streifen kahl abholzt) hat ebensowenig den Beifall G. L. Hartigs gefunden, als die Besamung durch einzelne Horste.

Nach **Heinrich Cotta** bezweckt der Besamungsschlag vorzugsweise das Ausstreuen des Samens durch den Mutterbestand.

Vor der Hauung ist der Boden auf gleiche Weise empfänglich zu machen, wie es an dem Orte nach einem kahlen Abtrieb zur Besamung aus der Hand geschehen müßte. In Gegenden, wo weder von der Kälte noch vom Unkraut viel zu besorgen ist, kann der Anfang mit der Wegnahme der Samenbäume schon im nächsten Herbst gemacht werden; außerdem ist aber noch ein Jahr damit zu warten. Cotta erwähnt außerdem die Besamung kahl abgeholzter, in der Regel eine Stammlänge breiter Streifen durch die nebenstehenden haubaren Bestände und die Springschläge (Coulissenhiebe), bei welchen 5—10 Ruten breite kahl gehauene Streifen zwischen 3—6 Ruten breiten bestockten Streifen liegen, der Boden überall bearbeitet wird und auch die bestockten Streifen nach dem Samenabfall gelichtet werden, während der Same auf den Kahlstreifen anfliegt. In sehr hohen und rauhen Gebirgsgegenden sollen jedoch die bestockten Streifen erst dann abgetrieben werden, wenn die verjüngten Streifen die Hälfte des Abtriebsalters erreicht haben. Durch dieses Verfahren glaubt Cotta die meisten Vorteile der Plänterwirtschaft erreichen und die wichtigsten Mängel umgehen zu können.

Nach **Hundeshagen** wird die Fichte am zweckmäßigsten durch nicht zu breite Besamungsschläge verjüngt, die äußersten Zweigspitzen sollen sich beinahe berühren oder nur mit kleinem Zwischenraum voneinander abstehen. Nach zwei bis drei Jahren beginnen die Auslichtungen, die stufenweise fortgesetzt werden, bis der An-

flug etwa einen Fuß hoch geworden ist. Man führt hierauf den Abtriebsschlag.

Die natürliche Verjüngung der Fichte soll nach Pfeil auf die menschenleeren, höheren Gebirge und großen Waldwüsten beschränkt werden, wo Mangel an Arbeitern den Anbau aus der Hand unausführbar mache und der geringe Wert des Holzes keinen Aufwand von Kulturkosten gestatte.

Im rauhen Klima stellt man Dunkelschläge, bei denen sich die Zweigspitzen gerade noch berühren, wartet nach erfolgter Besamung 1 bis 2 Jahre lang und räumt dann in der Regel in 3 bis 4 Jahren. Im milden Klima dürfen die Zweigspitzen bei der Dunkelschlagstellung 6 bis 10 Fuß weit auseinander gebracht werden; die Räumung muß möglichst rasch, bei vollkommener Besamung schon im nächsten Jahre, erfolgen. Ausführlich bespricht Pfeil die Verjüngung durch Besamung von der vorstehenden Holzwand, zu welchem Zweck schmale Samenschläge (Streifen, die nicht breiter sind, als die Länge des Stammes ein und einhalbmal genommen) anzulegen sind. Allein der Anbau aus der Hand sei vorzuziehen. Die Plattensaat sei besser, als die Streifensaat; Vollsaat sei nach vorausgegangenem Fruchtbau anzuwenden. Aber die Pflanzung werde in neuerer Zeit der Saat vorgezogen. Pfeil befürwortet im allgemeinen die Büschelpflanzung (mit Ausnahme der Schneedruck- und Windwurflagen).

Nach **Gwinner** wird die natürliche Verjüngung der Fichte in den süddeutschen Gebirgen als Regel, die künstliche als Ausnahme gefunden, während dies in Mittel- und Norddeutschland wesentlich anders, meist sogar entgegengesetzt sei.

Die Verjüngung könne nicht selten durch zweckmäßige Vorbereitungsschläge eingeleitet werden, welche aber nach erfolgter Besamung schnell gelichtet werden müßten, weil die Fichte die starke Beschattung nur in wenigen Oertlichkeiten längere Zeit ertragen könne. Bei der wirklichen Dunkelschlagstellung sollen die Zweige der Samenbäume dann auf 8—12 Fuß voneinander stehen, wenn ein Samenjahr eingetreten oder sicher zu erwarten ist; wenn dagegen Hoffnung auf Besamung nicht vorhanden und diese nicht aus der Hand erfolgen kann, so ist eine dunklere Stellung rätlich. Selbst wenn wegen Windschaden die gewöhnliche, regelmäßige Verjüngung — durch Vorbereitungshiebe ꝛc. — nicht ratsam erscheine, könne man nicht selten die Schläge so stellen, daß eine natürliche Besamung sicher erfolge und einige Jahre erhalten werden könne. „In diesem Falle sind jenseits der Dunkelschläge noch Vorhiebe über 2—3 Jahresschläge sich erstreckend, anwendbar, wenn dann auch hie und da kein Samen erwächst, können die jeweiligen Hiebe doch vorgenommen werden. Je nachdem die Pflanzen gegen Unkräuterfilz beschützt werden müssen oder nicht, wird bei 2- bis 4jährigem Alter der Abtrieb geschehen; auf frischem Boden, wo der Nachwuchs sich lange gesund erhält, kann damit bis zu 6—8jährigem Alter zugewartet werden.“ Spring- oder Wechselschläge (bei welchen zwischen zwei parallel laufen-

den Kahlschlägen von gleicher Größe ein gleich großer Holzbestand übergehalten wird) Coulissenhiebe (Schachenschläge, wo die Kahlschläge und die übergehaltenen Bestände dem Felde eines Schachbretts gleichen), Kesselhiebe (wo der Angriff im Innern des Bestands erfolgt und nach außen gleichsam in konzentrischen Kreisflächen jeweils kahl abgetrieben wird) erfüllen den beabsichtigten Zweck am wenigsten, weil der Wind hier nur noch mehr Gewalt hat, als bei dem allmählichen Abtrieb, der Schlag gegen die Unkräuter doch nicht beschützt werden kann und weil der Nachwuchs an jungen Pflanzen nur unregelmäßig und unvollständig erfolgt. Ueberhaupt sei nur in seltensten Fällen die Verjüngung von einem nebenstehenden Bestand erfolgsicher, obgleich der Fichtensame $2^1/_2$—$3^1/_2$ Stammlängen weit vollständig zur Verjüngung anfliege. Aber vorzugsweise werde der Samen in der Richtung nach Westen und Südwesten getrieben und deshalb sei Schutz gerade nach dieser gefährlichen Richtung notwendig.

Dagegen sei Kahlhieb mit künstlichem Anbau überall zu empfehlen, wo erfahrungsgemäß der Windschaden unvermeidlich und die Kultur leicht zu bewirken sei.

Karl Stumpf hält gleichfalls die Verjüngung in Besamungsschlägen mit regelmäßiger Stellung der Samenbäume mehr geeignet, als die Besamung von Kahlschlägen durch den Nachbarbestand, durch Coulissenhiebe und in Kesselschlägen.

Die Samenbäume sollen hierbei 6—8 Fuß Zweigspitzenabstand haben. Der Lichtschlag ist zu führen, wenn die jungen Fichten 3—4 Fuß hoch sind. Die Samenbäume werden durch Absäumung entfernt, wenn die jungen Pflanzen durchschnittlich die Höhe von einem Fuß erreicht haben. In Gegenden, wo das Holz im hohen Preise stehe und in Lagen, wo keine Gefahren bei gänzlicher Freistellung des Bodens durch Elementarereignisse zu befürchten seien, werde jedoch in neuerer Zeit die Schlagfläche kahl abgetrieben, das Stock- und Wurzelholz gerodet und die Fläche mit Saatschulpflanzen (von 1—$1^1/_2$ Fuß Höhe) bepflanzt.

Karl Heyer steht mehr auf Seite der natürlichen Verjüngung. Man habe vielfach wegen der Windbeschädigungen die natürliche Verjüngung aufgegeben und Kahlschlagbetrieb mit künstlicher Anpflanzung eingeführt. Die Gefahr werde jedoch häufig überschätzt, selbst in höheren Lagen, und lasse sich durch die Erziehung der Bestände, zweckmäßige Schlaganlage, Dichthalten der Schlagsäume &c. verringern.

Unbedingt habe die natürliche Verjüngung den Vorzug auf sehr steinigen und felsigen Böden. Bei der Samenstellung sei der Kronenabstand in gefährlichen Lagen auf wenige Fuß zu beschränken, könnte jedoch bis 10 Fuß betragen. Den allmählichen Abtrieb der Mutterbäume könne man vom 2.—3. Jahr anfangen und in 6—10 Jahren vollziehen.

Nach **Karl Fischbach** kann man die Fichte auf drei verschiedene

Weisen natürlich verjüngen: durch kahlen Abtrieb in schmalen Streifen (einmal bis doppelt so breit als das nebenstehende alte Holz hoch ist) oder durch Dunkelschlag und nachfolgenden kahlen Abtrieb, oder endlich durch Dunkelschlag und langsam folgende Licht- und Abtriebsschläge. Das letztere Verfahren sei am zweckmäßigsten auf gutem Boden, wo Unkraut zu fürchten sei, in geschützteren Lagen und bei Nutzholzwirtschaft.

Wenn Verrasung und Wind nicht gefahrbringend sei, so könne man den äußersten Zweigspitzen der Samenbäume eine Entfernung von 2—3 m geben; in entgegengesetzten Fällen müsse jedoch die Fläche fast vollständig überschirmt bleiben und bei gutem, also zur Vergrasung geneigtem Boden ertrage die Fichte einen solchen Druck der Mutterbäume mehrere Jahre lang.

Der Abtrieb erfolge bei dem Kahlhieb des Dunkelschlages in 3—5 Jahren nach der Besamung in schmalen Streifen. Bei der langsamen Räumung soll man etwa 3—4 Jahre nach erfolgter Besamung 0,3 bis 0,5 der vorhandenen Schutzbäume, den Rest nach weiteren 3—5 Jahren hinwegnehmen. Die Schläge haben von Südost nach Nordwest vorzurücken; das Abfliegen des Samens werde auch bei dieser Richtung des Hiebsganges den Schlag genügend treffen.

Dagegen legt **Burckhardt** der natürlichen Verjüngung der Fichte untergeordnetes Gewicht bei.

Für die Fichte sind möglichst kleine Schläge zu wählen; man hält die Bestände bis zum Samenjahre geschlossen und haut alsdann $^1/_4$—$^1/_3$ der Masse aus. Der Schlag wird in der Regel völlig geräumt, wenn der Nachwuchs 1 Fuß hoch geworden ist.

Karl Gayer würdigt die Leistungsfähigkeit der Verjüngungs-Verfahren auch bei der Fichte nicht schärfer wie seine Vorgänger.

Für die künstliche Verjüngung seien die langsam vorschreitenden Saumschläge mit Saat oder Pflanzung empfehlenswert; die künstliche Verjüngung unter Schirmstand werde meist durch Saat vorgenommen. Aber Gayer befürwortet auch die natürliche Verjüngung der Fichtenbestände durch Vorbereitungs-, kräftig gelichtete Besamungs- und nicht zu übereilende Auslichtungsschläge (5 bis 15 Jahre), namentlich auf kleinen Schlägen bis herab zu Horsten. Er befürwortet ferner die kombinierte künstliche und natürliche Verjüngung mit Pflege der Vorwuchshorste und die femelweise Verjüngung durch Samenabwurf des Mutterbestands und Ergänzung durch Saat und Pflanzung, die vorherrschend durch Löcherhiebe vermittelt wird.

3) Verjüngung der Weißtanne.

Georg Ludwig Hartig schreibt für die Verjüngung der Tanne dieselben Regeln vor wie für die Fichte; wir haben dieselben schon oben angeführt.

Nach **Heinrich Cotta** soll die Tanne wie die Buche verjüngt werden.

Auch nach **Hundeshagen** ist die Weißtanne wie die Buche zu verjüngen; nur ist die Lichtschlagstellung an sonnigen Standörtern mit noch mehr Vorsicht als bei der Buche und in mehreren Abstufungen vorzunehmen.

Nach **Pfeil** wird selbst der besamte Schlag so dunkel gehalten, daß sich die Zweige noch berühren. Der so gestellte Schlag kann 5—6 Jahre lang unverändert stehen bleiben. Im allgemeinen sind die Verjüngungsregeln für die Buche maßgebend.

Dagegen verträgt die Weißtanne, wie **Gwinner** betont, die der Buche nachgebildeten Vorbereitungs- und Dunkelschlagsstellungen nur in den ersten zwei Jahren, bis der Seitentrieb beginnt.

Deshalb ist der Besamungs- und Schutzbestand anfänglich dunkel zu halten; zwei Jahre nach erfolgter Besamung muß jedoch gelichtet und mit den Lichtungen fortgefahren werden, bis je nach den klimatischen und Bodenverhältnissen die Räumung nach 10—20 Jahren vollendet ist. Dem Gedeihen der jungen Pflanzen ist Seitenlicht zuträglich; am wirksamsten ist das von der südöstlichen bis nordwestlichen Seite in die Waldränder einfallende Licht. Die stärkeren Stämme mit dichter Krone werden zuerst entfernt. Die Tanne ist jedoch brüchiger wie die Buche und deshalb ist besondere Vorsicht bei den Fällungen erforderlich.

Stumpf legt besonderen Wert auf die Sicherung der Schläge gegen Sturmgefahr.

Die Schläge sollen deshalb in langen und schmalen Streifen, deren Länge in der Regel von Norden nach Süden und deren Breite von Osten nach Westen läuft und die nach westlicher Richtung in die geschlossenen Bestände hinein erweitert werden, verjüngt werden.

Beim Besamungsschlag sollen sich die äußeren Zweige der Samenbäume fast noch berühren; nur im milden Klima und bei sehr langschaftigem Holze kann die Stellung etwas lichter sein. Wenn hinlänglicher Anflug erfolgt ist und die jungen Pflanzen eine Höhe von 1/2—3/4 Fuß erreicht haben, so wird der Lichthieb geführt und dabei ca. 1/3 der Samenbäume hinweggenommen. Bei einer Höhe der jungen Pflanzen von 2—2 1/2 Fuß (60—70 cm) werden die Samenbäume hinweggenommen (zuerst an der äußeren Schlaglinie [der östlichen Seite], „was man Absäumen nennt").

Auch **Karl Heyer** befürwortet Schläge von mäßiger Breite mit dichten Rändern zum Schutze gegen die Stürme. Vorbereitungsschläge mit mäßiger Unterbrechung des Kronenschlusses empfiehlt Heyer besonders. Im Samenschlag soll der Kronenabstand nur

einige Fuß betragen. Den allmählichen Abtrieb kann man nach zwei Jahren beginnen und binnen 8—12 Jahren vollenden.

Karl Fischbach wiederholt im wesentlichen die Gwinnerschen Regeln und betont die Lichtung des Besamungsschlages im zweiten oder im äußersten Falle im dritten Jahre. Im Lichtschlage, wo die äußersten Zweigspitzen 3—6 m von einander entfernt sind, könne die Weißtanne ohne die geringste Benachteiligung längere Zeit stehen bleiben. Der Abtrieb erfolgt, wenn die jungen Pflanzen die Höhe von 1—2 m erreicht haben. Die günstige Wirkung des Seitenschutzes (namentlich des nördlichen und nordöstlichen Lichtes) erstrecke sich nur $1/3$ bis $1/2$ so breit, als das nebenstehende Holz hoch sei und sei deshalb praktisch nicht beachtenswert.

Gerwig betont vor allem die rasche Lichtung auf trockenen, warmen Standorten.

Im badischen Schwarzwalde wird die Verjüngung hauptsächlich nach folgenden Grundsätzen geleitet: Der Vorbereitungshieb wird etwa 5—20 Jahre vor der Samenschlagstellung geführt. Die Schlagführung rückt von Osten nach Westen mit sorgsamer Schonung der östlichen Schlagtraufe vor. Weißtannenvorwuchs in geschlossenen Gruppen wird sorgsam erhalten, selbst wenn er durch Ueberschirmung scheinbar noch so stark gelitten hat, weil er in freier Stellung überraschend freudig fortwächst. Selbst wüchsiges Stangenholz (jedoch nicht Rotbuchen-Stangenholz) wird vom Hiebe verschont und nur durchforstet. Bei der Schlagstellung werden die schwersten, unwüchsigsten und schadhaften Stämme und die nicht anbauwürdigen Holzgattungen zuerst gegriffen. An Bergwänden wird die Verjüngung von oben nach unten nach der fortschreitenden Besamung mittels Lichtung und Absäumung vollzogen, an muldenförmigen Hängen, die von zwei Rücken eingeschlossen sind, wird dieser Gang der Verjüngung gleichzeitig von oben und seitlich nach der Mitte zu eingeleitet. „Mit Ausnahme der strengen Sommerseiten und dürren Hänge," sagt Gerwig, „darf man in dem Vor- und Mittelgebirge über das Maß der mehr oder weniger lichten Samenschlagstellung nicht besorgt sein; ungeachtet aller Mißhandlungen sucht die Tanne wie Unkraut ihren Standort zu behaupten. Ist hier der Boden wie ein Teppich mit lichtem Moose (Hypnum loreum, splendens etc.) überzogen, so stellt sich schon bei schwacher Unterbrechung des Kronenschlusses Besamung ein. Ueberzieht sich die Schlagfläche mit dichtem Gras, so ist man über das Maß der zulässigen Lichtung hinausgegangen; der Kronenschluß ist nur so weit zu unterbrechen, daß Verwilderung des Bodens nicht eintreten kann, das Samenkorn aber keimen und einige Jahre fortwachsen kann. Gerwig behauptet, daß die Nachzucht auf den zu starkem Graswuchs geneigten frischen und mit einer Moosdecke nicht überzogenen Böden sicher gelinge, wenn man, wie bei der alten Femelwirtschaft, Lichtungen von 4—8 Quadratruten (36—72 qm) Größe in den Beständen einhaue und ringsum nach

dem Bedürfnis der vorangeschrittenen Besamung absäume. Auf trockenen südlichen Hängen sind diese Löcher größer zu machen (54—108 qm) und es ist hier eine zu dunkle Schlagstellung in regelmäßiger Verteilung der Samenbäume, die an trockenen, steilen Bergwänden sog. Widerhitze erzeuge, zu vermeiden und dagegen durch größere Löcher den Pflanzen der Taugenuß zu erhalten.

Auf frischen guten Böden schreitet man im Schwarzwald zu den Lichtungen, wenn der Anflug das 3. bis 8. Jahr erreicht hat. Sie werden so kräftig gegriffen, daß mit dem zweiten Hiebe die Räumung erfolgen kann. Auf kräftigem Boden vermag die Weißtanne unter starker Ueberschirmung mit voller Gesundheit und relativ noch gutem Wachstum viele Jahre auszuhalten. Aber auf trockenen Böden und in südlichen Lagen sind frühzeitige Lichtungen absolut notwendig — am meisten bei regelmäßiger Verteilung der Schutzbäume, aber auch bei Löcherwirtschaft, da die den Randstämmen zunächst stehenden Pflanzen ohne Erweiterung der Schlaglücken von den atmosphärischen Niederschlägen in ungenügendem Maße getroffen werden. Wenn man erkannt hat, daß die Verjüngung in der Hauptsache durchgeführt worden ist, so geht man, unbekümmert um unbesamte Lücken, zum Abtriebe des Oberholzes über und pflanzt die Lücken später aus. (Weiteres cf. ad B.)

Karl Gayer befürwortet gleichfalls die horstförmige Verjüngung der Weißtanne.

4) Die Verjüngung der Eiche.

Nach **G. L. Hartig** sollen die besamten Dunkelschläge schon im ersten Herbst oder Winter nach dem Aufkeimen der jungen Eichen etwas gelichtet werden. Schleichwirtschaft, bei welcher das jährlich erforderliche Bauholz einzeln, bald hier, bald dort, aus dem Walde genommen werde, sei verderblich. Die junge Eiche will, sagt Hartig, im zweiten Jahre die halbe Tageszeit in der Sonne und dem Schatten stehen, selbst im Freien bringe man die Eiche besser fort als in einem Dunkelschlage, worin die jungen Buchen mehrere Jahre lang vortrefflich wachsen. Im übrigen gibt Hartig für die Eiche keine von der Verjüngung des Buchenhochwalds abweichenden Vorschriften.

Nach **Heinrich Cotta** unterscheidet sich die Nachzucht der Eiche von der Nachzucht der Rotbuche dadurch, daß die Besamungsschläge in Eichenbeständen lichter gestellt und schon 2—3 Jahre nach erfolgter Besamung abgeräumt werden.

Nach **Hundeshagen** wird der Eichenbesamungsschlag auf einem zum Unkräuterwuchs geneigten Boden so gestellt, daß sich die Seitenäste beinahe berühren; im entgegengesetzten Falle

kann die Entfernung der Zweigspitzen bis zu 15 Fuß betragen. Der Lichtschlag wird im ersten oder zweiten Winter nach dem Samenabfall geführt und dabei die Beschattung durch Aushieb der stärksten Stammklassen auf die Hälfte vermindert. Der Abtriebsschlag wird im 3. bis 4. Jahr nach der Besamung vollzogen.

Dagegen eignen sich die Eichenbestände, wie **Pfeil** behauptet, nicht zur natürlichen Verjüngung. In den Mischbeständen muß man die Eiche bald frei stellen.

Die Besamungsschläge in Eichenhochwaldungen dürfen, sagt **Gwinner**, lichter gestellt werden als bei der Buche. Schon im 1—2jährigen Alter der Pflanzen, die nötigenfalls durch Einstufen der Eicheln nachzuziehen sind, kann die Lichtung, oder was in vielen Fällen noch besser ist, die Räumung beginnen und jährlich in dem Grade fortgesetzt werden, daß sie schon nach 4—5 Jahren vollendet ist. Gwinner stimmt sonach mit Hundeshagen überein. Nur auf besonders kräftigem Boden könne die endliche Räumung später, etwa bis zum 10.—15. Jahre erfolgen.

Stumpf wiederholt fast wörtlich die Hundeshagenschen Vorschriften. Der Besamungsschlag werde mit Vermeidung jeder Vorhauung nur bei einem wirklich eingetretenen Mastjahre geführt.

Karl **Heyer** teilt diese Ansicht, daß der Besamungsschlag bei eingetretener Mast zu führen ist, aber er gestattet vorherigen femelweisen Auszug der schönsten und stärksten Nutzholzstämme und der gedrehten Stämme. Heyer befürwortet ferner Auslichtung im folgenden, längstens im zweiten Herbst, aber eine Dauer des Abtriebs von 5—6 Jahren; auf frischen und kräftigen Böden sei eine längere, selbst 12—15jährige Abtriebsdauer zuläßig.

Auch **Karl Fischbach** befürwortet einen Kronenabstand von 4—5 m für den Schutzbestand, Nachhieb nach 3—4 Jahren, der sich auf die Hälfte des Schutzbestands zu erstrecken habe, und Abtrieb nach der gleichen Zeit. Schutz gegen die schädlichen Einwirkungen der Atmosphärilien werde dadurch gegeben, daß man die Schläge in schmalen Streifen anlege und sie in der passenden Richtung vorrücken lasse, etwa von Nord gegen Süd oder von West gegen Ost, was bei dieser Holzart, wo der Wind nicht zu fürchten sei, keinen Anstand habe.

Burckhardt befürwortet die Anzucht der Eiche auf künstlichem

Wege. Ebenso **Manteuffel** und **Gayer**; nach dem letzteren sollen die Nachhiebe 2—3 Jahre nach der Besamung vollendet werden.

5) Die Verjüngung der Kiefer.

Nach **Georg Ludwig Hartig** wird der Besamungsschlag im Kiefernwalde lichter gestellt als im Weißtannenwalde; die Zweigspitzen sollen 10—12 Fuß voneinander abstehen. Wenn der Anwuchs 6—12 Zoll hoch geworden ist, so werden alle Samenbäume auf einmal hinweggenommen.

Heinrich Cotta bevorzugt die Kahlschläge, vorausgesetzt daß jedes Jahr guter Samen zu erlangen ist. Die Besamungsschläge erscheinen Cotta lediglich wegen der Unverdorbenheit des Samens und der Kostenersparnis empfehlenswert. Sie sollen angelegt werden, wenn die bereits vorhandenen Zapfen im ersten oder zweiten Jahre hinlänglich Samen versprechen; es bleiben 15—30 Stämme per sächs. Acker (27—54 Stämme per Hektar) stehen, die innerhalb der nächsten drei Jahre entfernt werden.

Nach **Hundeshagen** kann im Kiefernbesamungsschlage der Raum zwischen den Kronen der Samenbäume etwa 12—15 Fuß und unter günstigen Verhältnissen noch mehr betragen. Wenn vollständiger Anflug vorhanden ist und die Höhe von 1 Fuß erreicht hat, so ist der Abtriebsschlag zu führen.

Man hat nach **Pfeil** die Besamungsschläge als ein notwendiges Uebel anzusehen, denn so schöne, gute und gleichwüchsige Bestände wie durch Saat oder Pflanzung wird man nur in sehr seltenen Ausnahmefällen durch sie erziehen.

Auf Sandbergen, in exponierten Freilagen, wo das Flüchtigwerden des Sandes sehr zu fürchten ist, hält man so dunkel, daß die Zweigspitzen nur wenige Fuß voneinander entfernt sind und lichtet langsam, jährlich nur so viel, daß die Pflanzen gesund bleiben; auf besseren Böden läßt man oft nur 10 bis 12 Bäume (p. preuß. Morgen) mit guten Kronen stehen und entfernt die Zweigspitzen der kleinen Kronen 15—20 Fuß. Man muß möglichst rasch, gewöhnlich in 2—3 Jahren, räumen und darf nur auf eigentlichem Flugsand mehr als 5—6 Jahre von der Besamung bis zum gänzlichen Abtriebe verstreichen lassen. Die Lücken sind alsbald anzubauen. Zur künstlichen Bestandsbegründung sei, wie Pfeil meint, die Vollsaat „die der Eigentümlichkeit der Kiefer am allerangemessenste Kulturmethode". Aber „die Vollsaat setzt einen überall gleichen wunden Boden voraus, der in der Regel nur erlangt werden kann, wenn man mit der Kiefernsaat zugleich eine vorübergehende Ackerkultur verbindet". Pfeil

behandelt hierauf eingehender die streifenweise Saat, wobei mit dem Waldpflug Furchen in Entfernung von 4—5 Fuß gezogen werden. Auf geeigneten Böden habe die Pflanzung der ein- und zweijährigen Kiefern mit entblößter Wurzel den Vorzug vor der Ballenpflanzung, jedoch werde die letztere zur Nachbesserung älterer Schonungen vorgezogen. Der Breitspaten sei bei Ballenpflanzung ein besseres Werkzeug, als der Hohlspaten. Für den armen Sandboden sind Kiefernpflanzen mit tiefen, langen Wurzeln in den Saatschulen zu züchten.

Nach **Gwinner** soll auf armen Standorten ein Vorbereitungsschlag gestellt und der Boden wund gemacht werden. Flugsand, steile Abhänge, Hochlagen, Steingerölle 2c. gebieten die natürliche Verjüngung. Den Abstand der Zweigspitzen bei der Samenschlagstellung gibt Gwinner auf 8—20 Fuß (2,3—5,7 m) an; es genügen zur Besamung 30—45 Stämme per Hektar, doch ist vorsichtshalber eine größere Zahl überzuhalten. Aber bei den vielen Hindernissen und Zufällen, welchen die natürliche Verjüngung der Kiefer unterworfen sei, bleibe es in den meisten Fällen das einfachste und sicherste Mittel, den kahlen Abtrieb zu wählen, die Stöcke zu roden und die Wiederanzucht, womöglich in Verbindung mit landwirtschaftlichen Zwecken, zu bewerkstelligen.

Stumpf sagt genau dasselbe.

Es verdiene der Kahlschlagbetrieb mit nachfolgender Saat (mit oder ohne zweijährigem Fruchtbau) den Vorzug vor der Verjüngung durch Samenabwurf des Mutterbestandes. Nur in steilen Gebirgslagen, in leichtem Flugsande, in Gegenden, in welchen das Holz wenig Wert hat und der Aufwand von Kulturkosten nicht lohnend ist, muß man die natürliche Verjüngung beibehalten. Die Verjüngung soll in der gleichen Weise, in langen, schmalen, der Windrichtung entgegenstehenden Schlägen, geführt werden, wie in Fichten- und Tannenwaldungen. In 100—120jährigen Beständen können die Samenbäume im Besamungsschlage 45—50 Fuß voneinander stehen, in jüngerem Holze mit schwachen Kronen 30—35 Fuß. Dunkle Schläge haben sich (in der Pfalz) nicht bewährt. Die Räumung erfolgt nach 2, längstens nach 3 Jahren.

Karl Heyer befürwortet gleichfalls die künstliche Holznachzucht und empfiehlt besonders die Ballenpflanzung mit dem Hohlbohrer. Die natürliche Verjüngung der Kiefer gelinge selten nach Wunsch, weil sich die Kiefer nicht gut nachsame. Man stelle den Samenschlag in einem Samenjahr und vollziehe den allmählichen Abtrieb in der Regel in 3—5 Jahren, obgleich derselbe bei vollkommener Besamung, die aber selten eintrete, im nächsten Herbste stattfinden könne.

Nach **Fischbach** wird die Kiefer durch schnell zu räumende

Schirmschläge und durch schmale Kahlschläge mittels Seitenbesamung verjüngt. Im ersteren Falle sei ein Vorbereitungsschlag in der Regel nicht notwendig — den Fall ausgenommen, daß die Kiefer dicht geschlossene Bestände bilde und die zum Samentragen erforderliche Kronenbildung noch nicht erreicht habe.

Auf mageren Böden sei der Besamungsschlag sehr licht zu stellen, 60 bis 100 Stämme per Hektar seien ausreichend, um eine genügende Besamung herzustellen. Aber auch da, wo die Bodenkraft zu schonen sei oder ein starker Unkrautwuchs in Aussicht stehe, dürfe man die äußeren Zweigspitzen 6—8 m von einander entfernen. Auf sehr leichtem Boden, namentlich auf Flugsand, sei eine dichtere Stellung geboten. Vorwuchs, welcher älter als 4—5 Jahre sei, und nicht von Jugend auf frei gestanden habe, könne bei der Verjüngung nicht benutzt werden. Der Abtrieb erfolge im Lauf von 2—3 Jahren und verzögere sich nur ausnahmsweise auf leichteren Böden etwas länger. Kleine Schläge seien vorzuziehen — um so kleiner, je schwieriger die Verjüngung sei. Es werde im angrenzenden Bestande erst dann die Verjüngung fortgesetzt, wenn dieselbe auf dem jüngsten Schlage vollständig durchgeführt sei.

Wenn natürliche Verjüngung auf schmalen Kahlschlägen angewendet werde, so sei eine Schlagführung von Norden gegen Süden oder von Nordost gegen Südost Regel, damit die Kahlschläge zur Mittagszeit beschattet werden.

Im allgemeinen werde jedoch die natürliche Verjüngung bei der Kiefer immer mehr verlassen, weil die künstliche Verjüngung sehr billig und sicher sei.

Nach **Gayer** gewährt die natürliche Verjüngung befriedigenden Erfolg, wenn von den geringwertigen Bodenklassen und den dem Windstoß besonders preisgegebenen Orten abgesehen wird. Vorbereitungshiebe seien in der Regel unnötig.

Der Samenhieb werde in einem Samenjahre mit Entnahme von 1/4 bis 3/4 der Bestandsmasse geführt. Die Nachhiebe werden rasch vorgenommen, auf schwachem Boden werde in 2—3 Jahren, auf gutem, graswüchsigem Boden in 5—6 Jahren geräumt.

6) Die Verjüngung der übrigen Holzarten.

Lärchen, Birken und Eschen sind lichtbedürftige Holzarten. Die natürliche Verjüngung wird in ähnlicher Weise zu vollziehen sein wie bei der Kiefer.

Bezüglich der **Lärche** mangeln genaue Erfahrungen. Die meisten Schriftsteller beschränken sich auf die Bemerkung, daß die Verjüngung wie bei der Kiefer stattzufinden habe. Heyer glaubt, daß dieselbe noch schwieriger sei, weil er in stark gelichteten Lärchenbeständen niemals junge Pflanzen gefunden habe. Pfeil und Burckhardt erwähnen die Besamung durch seitenständige ältere

Bestände, doch glaubt Gayer, daß es ein verkehrtes Beginnen sei auf Seitenbesamung wirtschaften zu wollen.

Bei **Birken** ist vor allem der Boden wund zu machen; wenn alle 20—30 Schritte eine Samenbirke stehen bleibt, so ist es genügend. Nach erfolgter Besamung werden die Samenbäume alsbald entfernt; Oberständer kann man bei kurzen Umtrieben erhalten. Wenn Graswuchs zu befürchten ist, so läßt man die Birken in möglichst gleichmäßiger Verteilung die Hälfte der Schlagfläche beschatten.

Bei **Eschen** wird der Schlag erst ein Jahr nach erfolgtem Abfall des Samens gestellt, weil der Same nach $1\frac{1}{2}$ Jahren aufgeht. Die natürliche Verjüngung wird indessen wegen der Graswüchsigkeit des Bodens selten gelingen.

Die Verjüngung der schattenertragenden **Hainbuche** interessiert uns besonders, weil sie als Stockschlag ein vorzügliches Schirmholz ist und eine ausdauernde und sehr dichte Bestockung bildet. Jedoch werden sich samentragende Hainbuchen seltener in den zu verjüngenden Beständen vorfinden.

Der Hainbuchensamen liegt anderthalb Jahr lang im Boden, bis er keimt und deshalb ist erst ein Samenjahr abzuwarten, bevor weitere Lichtungen vorgenommen werden. Aber zur Unterbringung des Samens muß der Boden im Dunkelschlag wund gemacht werden, namentlich wenn er ausgetrocknet und verhärtet ist. Wenn man Schweine eintreiben läßt, so brechen dieselben die nicht verhärteten Stellen um und lassen die verhärteten Bodenteile erkennen, die man durch Kurzhacken aufzuschließen hat. Wenn der Same erwachsen ist, so stellt man den Schlag wie einen lichten Buchenbesamungsschlag. Sind die Pflanzen aufgegangen, so kann im 2. oder 3. Jahre, je nach der Stellung, eine Lichtung und 2—3 Jahre nach dieser die Räumung erfolgen. Eine längere Zögerung ist nicht ratsam, weil die jungen Pflanzen gegen Beschirmung empfindlich sind und dieselbe nur auf sehr frischem Boden etwas länger ertragen können (Gwinner). Dagegen soll (nach Stumpf) die junge Hainbuche eine ziemlich starke Beschattung ertragen, jedoch auch im Freien gedeihen. Auch sei eine besondere Bearbeitung des Bodens selten nötig, Schweineeintrieb jedoch sehr nützlich, vor und während dem Abfliegen des Samens. Nach Heyer empfiehlt sich, obgleich der junge Nachwuchs dauerhaft ist und nicht von Spätfrösten leidet, eine Stellung der Stämme von 1—2 m Kronenabstand, da Unkräuter und Sommertrockenheit gefährlich werden. Der Abtrieb beginne im folgenden Herbst und werde in 6—10 Jahren vollendet. Nach Fischbach kann man den Abtrieb in dem unmittelbar auf das Samenjahr folgenden Jahrgang vollständig auf einmal bewirken, weil die Hainbuche auch in einem mäßigen Graswuchs noch keime und gedeihe.

Die **Erle** kommt seltener vor. Sie verlangt nackten, wunden,

aber nicht künstlich aufgelockerten Boden. Man wartet ein Samenjahr ab und führt im nächsten Winter den Kahlhieb. Das Gras wird hoch abgeschnitten.

Ahorn und **Ulmen** werden, wenn sie sich angesamt haben, rasch entfernt.

Die **Schwarzkiefer** erträgt in der Jugend bis zum 5. Jahre einen mäßigen Schirmdruck; man kann die Schläge dunkler halten wie bei der gemeinen Kiefer.

B. Die Leistungen der praktischen Forstwirte hinsichtlich der natürlichen Verjüngung.

1) Verjüngung der Laubholzwaldungen.

In den fruchtbaren Gebietsteilen Deutschlands konnte, wie wir wiederholt gesehen haben, nur die planmäßige, auf alle Flächenteile verbreitete Durchstellung der Buchenverjüngungen, die man hier in erster Linie vollzogen hat, mit nutzholztüchtigen Holzgattungen, namentlich Lärchen, Fichten, Tannen, Kiefern und Eichen, die seit vielen Jahrzehnten dringend gebotene Nutzholzproduktion anbahnen. Es war mindestens die allseitige Bildung gemischter Bestände, die von den namhaftesten Waldbaulehrern warm befürwortet worden war, auf den besseren Waldböden kräftig in Angriff zu nehmen. Was ist in dem bald ablaufenden 19. Jahrhundert zur Verwirklichung dieser Zielpunkte, deren Berechtigung unbestreitbar ist, im deutschen Walde geschehen?

Ueber die **Verjüngung der Laubholzwaldungen in Norddeutschland** liegen nur spärliche Nachrichten vor. Im allgemeinen scheint man die Regeln angewendet zu haben, die Burckhardt und Grebe vertreten (siehe oben). Zwar eifert Borggreve gegen die zu lichte Stellung der Buchenverjüngungsschläge, ohne jedoch nähere Belege beizubringen.

Besonderes Gewicht haben die praktischen Forstwirte der **Eichenzucht im Buchenwalde** beigelegt. Ich habe wiederholt darauf hingewiesen, daß die Eiche auf den besten Bodenteilen in der Jugend rein und nicht in Mischung mit Rotbuchen zu erziehen und die Buche erst zu unterbauen ist, wenn sich die Eichenbestände zu lichten beginnen. Welche Ansichten vertreten dagegen meine Fachgenossen?

Die bayrische Forstverwaltung hat die Betriebs- und Verjüngungsverfahren, welche in den einzelnen Landesteilen üblich waren oder besonders zweckmäßig erschienen, von einer Kommission lokalkundiger und erfahrener Forstwirte zusammenstellen lassen und als „Wirtschaftsregeln" veröffentlicht. Zunächst interessiert uns die **Laubholzwirtschaft im Spessart und Pfälzerwald.**

Beide Gebirge werden vom bunten Sandstein gebildet. Im Spessart verliert der Boden, sobald demselben die Beschattung fehlt, alsbald den Feuchtigkeitsgehalt, er überzieht sich mit Heidelbeersträuchen, bei zunehmender Vermagerung mit Heide und sinkt zu einer niederen Stufe der Fruchtbarkeit herab; im Pfälzerwald verhärtet der Sandboden mit thonigem Bindemittel, der am meisten verbreitet ist, bei Freistellung. In beiden Gebirgen hat die bayrische Verwaltung seit Anfang dieses Jahrhunderts einen „großartigen Kompositionsbetrieb von Eichen und Buchen mit doppeltem und sogar dreifachem Abtriebsalter der Eichen im Gegenhalt zu jenem der Buchen" eingehalten. Für den **Spessart** wurde schon im Jahre 1835 die Nachzucht der Eiche in Horsten vorgeschrieben, die bis zu drei Zehnteile der Fläche einnehmen durften. „Beim Eintritte eines Eichelmastjahres werden in den zunächst zum Angriff bestimmten Beständen die nächsten Umgebungen der zum Ueberhalten nicht bestimmten oder geeigneten Sameneichen licht angehauen und bei erfolgtem Eichenaufschlag auch sofort die erforderliche freie Stellung verschafft, während im übrigen der Bestand bis zu einem Buchenmastjahr noch in seinem Schlusse verbleibt." Für die Eichennachzucht wurde die horstförmige Stellung gewählt, „weil das Ausschneiden oder Entgipfeln der verdämmenden jungen Buchen bei vereinzelter Einmischung junger Eichen nur sehr schwer oder gar nicht auszuführen wäre". „Auf vermagertem Boden und auf kleinen Blößen nimmt man Nadelholz, welches im letzteren Falle schon bei Durchforstungen größtenteils wieder ausgenutzt werden kann." Schon 1835 wird die Unterbauung der reinen Eichenbestände mit Buchen vorgeschrieben. In den reinen Eichenbeständen mittleren Alters und in den Eichenstangenhölzern sollen die unterdrückten und kümmernden Stammklassen rechtzeitig bis zu dem Maße ausgeforstet werden, daß die auch hier künstlich einzubringenden Buchen unter und zwischen den Eichen heranwachsen können. In den reinen Buchenbeständen sollen vor der Verjüngung Eichenhorste durch dichte Eichelsaat angebaut werden. Der Nadelholzanbau wurde im Spessart auf die Vorberge und andere Waldorte mit weit herabgesunkener Bodenkraft beschränkt; die Nadelholzpartien im Innern der Laubholzmassen sollen in Laubwald umgewandelt werden.

Bei der ersten Waldstandsrevision (1851) wird im wesentlichen die Fortsetzung dieser Bewirtschaftungsart angeordnet. Es werden dichte Eichelsaaten (in 9—11 cm Entfernung) anempfohlen. Bei der Saat soll dem Kiefernsamen Fichtensamen beigemischt, die Kiefernkulturen sollen mit Fichten und Lärchen ausgebessert und namentlich die Lärche in Mischung mit Fichten und Kiefern angebaut werden. Für die anzupflanzenden Eichenhorste wird eine Größe von $\frac{1}{6}$—1 Hektar angegeben. (1844 dagegen mindestens 1 ha Größe.)

Bei der zweiten Waldstandsrevision (1861) wurde den Eichenhorsten (statt früher $^3/_{10}$) die Hälfte der Fläche der Laubholzbestände eingeräumt. Auch wurde Einbau der Weißtanne sowohl für die Buchen-, als für die Nadelholzverjüngungen empfohlen. Im Vorspessart darf die Buche und Eiche auch reihenweise gemischt werden, wobei jedoch den Eichenreihen ein Vorsprung zu geben ist. Im übrigen sind die Modifikationen unwesentlich (Pflanzweite, Ueberhalten schlank wüchsiger Buchen in Eichenhorsten u. s. w.).

Die Wirtschaftsregeln für die **Laubholzverjüngungen im Pfälzerwald** schreiben schon 1843 und namentlich bei der Revision im Jahre 1864 ein ähnliches Verfahren vor, wie im Spessart. Wenn auch die Eichenholznachzucht durchgreifend begünstigt werden soll, so dürfen doch auch Kiefern, jedoch nur 15 bis 30 Stämme per Hektar, in die Buchen und in die mit Buchen und Eichen gemischten Bestände eingebaut werden.

Die Laubholzbestände werden zumeist natürlich verjüngt, nur auf ganz vermagerten Böden wird kahl abgetrieben. Die Kiefernbestände werden in der Regel durch schmale, kahl zu hauende und sofort zu besäende, aber langsam vorrückende Saumschläge verjüngt, die niemals die doppelte Höhe des angrenzenden Bestandes in ihrer Breite erreichen dürfen und an den Bergen von oben nach unten, im allgemeinen von Nord-Nord-Ost gegen Süd-Süd-West geführt werden, indessen ist auf den besseren Böden die Nachzucht der Buche und Eiche auf natürlichem und künstlichem Wege durch Schirmschlagstellung zu begünstigen und auch in den herabgekommenen und kümmerlichen Kiefernbeständen, zumal an sonnigen Gehängen, sollen „Schattenschläge" durch Ueberhalten von 60—75 schwacher Stämme per Hektar 2—3 Jahr lang belassen werden. Bei der Verjüngung der Buche ist im allgemeinen dunkel zu halten, aber auf dem trockenen und vermagerten Boden im Jahre nach der Besamung kräftig zu lichten: die Erziehung der Eiche und der Unterbau der Eichenhorste mit Buchen geschieht im wesentlichen wie im Spessart. Für den Anbau der Kiefer und Eiche wird im allgemeinen die Saat empfohlen; für die besonders schwierigen Kulturobjekte (flüchtiger Sand, oberflächlich vermagerter Boden, sehr starker Graswuchs, tiefe Filzdecke), auch für größere Blößen wird Nadelholzpflanzung befürwortet, für sehr schlechten, lockeren Boden einjährige Kiefernpflanzung mit den Pflanzeisen.

In neuerer Zeit wird für die pfälzischen Waldungen die Verjüngung in ringförmig zu erweiternden Löchern befürwortet. Infolge der Kahlhiebe mit Belassung von einzelnen Samenbäumen, welche die französische Verwaltung Ende des vorigen Jahrhunderts allgemein verbreitet hatte, und infolge der Streunutzung war vielfach eine weitgehende Bodenverarmung entstanden. Die Verjüngung war schwierig geworden. Nach dem Eisdruck im Jahre 1858 entstanden jedoch in den Löchern der verlichteten und dürrgipfeligen alten Bestände, wie Hellwig (1879) berichtet, die schönsten Eichen-, Buchen-, Tannen- und Fichtenverjüngungen,

während auf den gewöhnlichen Verjüngungsschlägen die jungen Buchen und die jungen Kiefern von der Dürre zu leiden hatten und man hier mit stärkeren Lichtungen der Besamungs- und Abtriebsschläge das Uebel nur vergrößerte. Hellwig schlägt deshalb die vorausgehende Verjüngung der lichteren und mangelhaften Stellen innerhalb der größeren Bestände vor. Von hier aus hat die Verjüngung ringförmig oder bei ganz rückgängigen Beständen von Norden nach Süden vorzuschreiten, damit die an der Sonnenseite starke Beastung und der nördliche Saum des Jungholzes für die nächste Verjüngung Schutz bietet. — Ney hat (1881) die Bestandsbildung, welche dieser Verjüngungsgang erzielen wird, bildlich darzustellen gesucht. Es würden kleine, etwa zwei bis vier Schritte breite, gleichalterige Bestände ringförmig (oder auch schachbrettförmig) aneinandergereiht werden, welche dann im Laufe der Zeit die Altersabstufung vom Jungwuchs bis zum Altholz bildeten. In jeder Abteilung würden die Kernpunkte dieser Ringe etwa 180—240 m bei Tannen und 300—360 m bei Buchen und Fichten voneinander entfernt werden. Die Bestockungszustände, welche diese pfälzischen und reichsländischen Forstwirte im Auge haben, sind, wie man sieht, weit entfernt von dem wirren Durcheinander aller Altersklassen in Gruppen und Horsten, welches der Plänterbetrieb erzeugt. Die Gleichwüchsigkeit und der Kronenschluß der Bestände wird in den kleinen Ringen erhalten, nur die Gleichalterigkeit der großen Bestände soll durchbrochen werden. Ich brauche wohl kaum zu sagen, daß die kleinen Verjüngungsringe, die Ney vorschlägt, in größeren Altholzbeständen unzureichend bleiben werden und bei größeren Ringen und Löchern Windbeschädigungen zu befürchten sind. Aber die günstigen Bedingungen, welche die Vorverjüngung auf den ringsum geschützten Lichtungen vorfindet, haben die Forstwirte, wie ich wiederholt betont habe, namentlich bei der Verjüngung der verarmten trockenen Bodenpartien zu beachten und zu benutzen.

Für die Nachzucht der **Eiche im Köschinger Forste** (bei Beilngries) wird die Saat in erster Linie empfohlen. Im übrigen enthalten die bayrischen Wirtschaftsregeln für Laubholzwaldungen (Haßberge, Leuchtenbergische Waldungen bei Eichstädt u. s. w.) keine bemerkenswerte Neuerung.

In Württemberg sind Laubholzgebiete in der schwäbischen Alb und im fruchtbaren „Unterlande“ vertreten.

In der schwäbischen Alb findet man zumeist als Verwitterungsprodukt des weißen Jura einen kräftigen Kalkboden, auf dem vorherrschend die Rotbuche mit nunmehr 20jähriger Verjüngungsdauer auf natürlichem Wege nachgezogen wird. In neuerer Zeit hat man die reinen Buchenverjüngungen hauptsächlich mit Tannen und Fichten (Tannen in den Vorbereitungsschlag gruppenförmig, Fichten in die Bestandslücken), dann mit Lärchen, Ahorn und Eschen gemischt. Auch die Eiche ist längs des Donaurandes in Begleitung der Hainbuche vertreten.

Im württembergischen „Unterlande“, auf den östlich vom Schwarzwald und nördlich von der Alb beginnenden und bis an das Hohenlohische und den Taubergrund hinziehenden Keuperbergen, und in der vom Muschelkalk (und namentlich der überlagernden Lettenkohle) formierten, fruchtbaren Ebene erfolgt die Verjüngung der Laubholzbestände auf natürlichem Wege. Aber Eichen und Nadelhölzer werden ausgedehnt eingebaut. Die Eichen werden durch rechtzeitige Saat in hinreichend großen Horsten oder durch Heisterpflanzung (in den Wirtschaftsregeln ist eine Größe von 0,15—0,30 ha und mehr vorgeschrieben) eingemischt, die Nadelhölzer werden zur Füllung der Lücken im Buchenaufschlag benutzt und entweder Kiefern und Lärchen oder Fichten und Tannen verwendet, letztere beiden Holzarten horstweise. Beim Anbau des Nadelholzes in reinen Beständen wird kahl gehauen, die Kiefer durch Reihensaat oder durch Pflanzung im 1—2jährigen Alter, die Fichte durch Einpflanzung von verschulten Pflanzen angebaut.

Die weiteren Mitteilungen in der Journallitteratur über die Verjüngung der Laubholzwaldungen enthalten im Vergleich mit den oben dargestellten Ansichten der Schriftsteller keine beachtenswerte Neuerung. Ich kann deshalb das Gesamtergebnis meiner Untersuchung ad III. 1 dahin resumiren, daß in die Buchenverjüngungen kleine reine Eichenbestände von 1/6 bis 1 Hektar Größe zahlreich (oft bis zur Hälfte der Fläche) planmäßig und vorwüchsig eingebaut worden sind (in der schwäbischen Alb auch Tannen) und daß die Lücken und schlechten Teile der Buchenverjüngungen je nach dem Standort teils mit Fichten und Tannen, teils mit Kiefern und Lärchen angesäet oder angepflanzt wurden. Von der oben geforderten planmäßigen und durchgreifenden Durchstellung der Buchenverjüngungen mit Eichen, Fichten, Lärchen, Tannen 2c. behufs Begründung einer vorwüchsigen Nutzholzbestockung findet man kaum eine Spur. Denn die vorzugsweise beliebte und auch für die Wirtschaft recht bequeme Form der Horste für die Eiche und der Nadelholzanbau in den Lücken ist nichts weiter als die Wiederholung des gleichwüchsigen, gleichalterigen, reinen Bestandswuchses

in kleinerem Format, wie ich schon oben nachgewiesen habe. Nach einer Wachstumszeit, welche die stark mit Nadelholz gemischten Bestände hiebsreif machen würde, wird man erreicht haben: größtenteils reine Buchenstangenhölzer, die fast völlig wertlos sind, und dazwischen kleine, reine Eichenbestände, die zwar bis zu einer mäßigen Wipfelspannung vor einigen Jahrzehnten gelichtet worden sind, aber immerhin im 80jährigen Alter bestenfalls die Hälfte, vielleicht auch nur ein Dritteil (cf. Burckhardts Wertertragstafeln) von der Wertmasse der oben genannten gemischten Bestände haben und endlich hie und da auf den schlechtesten Bodenpartien vereinzelte Nadelholzhorste.

2) Verjüngung der Fichte.

Bei der Verjüngung der hiebsreifen Bestände dieser flachwurzelnden Holzart haben sog. Saumschläge besondere Nutzleistungen — sowohl bei der Besamung durch den Mutterbestand, als beim Anbau durch die Menschenhand. Schmale und lange, seitlich vom stehenden Bestande geschützte Schirmschläge werden der herrschenden Windrichtung, die im Gebirge infolge des Streichens der Thäler sehr wechselvoll ist und genau erforscht werden muß, entgegengeführt.

Man hatte offenbar zu untersuchen, was diese natürlich besamten oder künstlich unterpflanzten schmalen Schirmschläge im Vergleich mit schmalen oder ausgedehnten Freischlägen leisten. Indessen hatte diese Untersuchung nur in den Ebenen, den Vorbergen und den minder steilen Lagen der Mittelgebirge stattzufinden. Im Hochgebirge ist der Kahlschlag zu vermeiden, weil hier in erster Linie die Abschwemmung des Erdreichs zu verhüten ist. Der Kahlschlagbetrieb würde namentlich in den Alpenländern verhängnisvoll werden. Zum Glück gestattet hier die feuchte Luft und der meist kräftige Boden eine vieljährige Dunkelschlagstellung selbst in den trockenen und sonnigen Lagen.

Die Schirmschlagverjüngung war ferner notwendig, weil es nicht die Aufgabe der Forstwirte war, reine, dicht geschlossene Fichtenbestände nachzuziehen, die leicht vom Winde zerstört werden und dem Insektenfraß unterliegen. Laub- und Nadelholzmischung hatte man nicht nur in den Laubholzwaldungen, sondern auch in den Fichtenwaldungen — überhaupt in allen Oertlichkeiten, wo ge-

mischte Laub- und Nadelholzbestände wachsen, zu erstreben. Ueberall, wo es die Bodenfrische gestattete, waren die Laubhölzer als Grundbestockung in der schon früher erörterten Art und Weise (cf. S. 259) anzubauen. Ich habe im Eingang dieses Abschnitts ausführlich nachzuweisen gesucht, daß die natürliche Verjüngung unter diesen schmalen Schirmschlägen durch die Bepflanzung mit wesentlichem Nutzen ersetzt werden kann.

Welche Richtungen hat dagegen der praktische Verjüngungsbetrieb in Deutschland eingeschlagen? Die Verjüngung der Fichte mittelst schmaler Saumschläge ist im **östlichen Thüringer Walde** verwirklicht worden, wenn auch die natürliche Besamung und nicht der künstliche Holzanbau hierbei im Vordergrund stand.

Die Altholzbestände, die in der Regel aus Fichten, Tannen und Buchen gemischt sind, werden, wie Stötzer 1874 berichtet, mit thunlichster Sicherung der Angriffslinie gegen Windbruch in ganz schmalen, aber dafür um so länger ausgedehnten Schlagtouren angegriffen. Einer anfänglichen Lichtung, resp. Samenschlagstellung folgen nach eingetretener Besamung weitere Nachhiebe, sowie schließlich die Räumung, jedoch immer in schmalen, langen, dem Windstrich entgegengeführten Absäumungen. Die Angriffsfront hat nicht selten eine Länge von 1000—1500 m; in diesem Falle genügt schon eine Breite des Hiebs von 10, resp. 6 m, um einen Hektar Schlagfläche zu erhalten. Die Weißtanne läßt sich hierdurch sehr leicht nachziehen; bei der Buchenverjüngung muß man etwas tiefer in das Innere des Bestands mit der Vorbereitung eindringen, aber immerhin wird nur ein schmaler Strich am Bestandssaum gelichtet. Man vermeidet auf diese Weise die Gefahr des Windwurfs, die bei ausgedehnten Lichtungen im Innern des Bestands unvermeidlich ist. Bei dem graswüchsigen Boden werden die Vorbereitungshiebe dunkel gehalten; dagegen werden in den Verjüngungshieben die Rückstände rasch nachgehauen, wenn der Nachwuchs einigermaßen erstarkt ist. In dieser Weise wird der Voranbau der Buche und Tanne bewirkt. Stötzer spricht nur von einer Ergänzung durch kompletierende Blößenanpflanzung; es scheint sonach die oben geforderte planmäßige Durchstellung der Buchenverjüngungen mit Fichten nicht stattzufinden.

Im **Harz** ist, wie Burckhardt berichtet, die Verjüngung der Fichte mittels kleiner Kahlschläge und Einzelpflanzung aus Pflanzschulen Regel geworden. Die Büschelpflanzung ist in den Hintergrund getreten.

Auch in den **sächsischen Staatswaldungen** ist die Pflanzung auf schmalen Saumschlägen, die hier kahl abgeholzt werden, Regel.

In diesem Lande ist ein sehr lebhafter Meinungsstreit über die Frage entbrannt, ob die Fichtenbestände unter Schutzbestand natürlich oder künstlich zu verjüngen sind (Vorverjüngung), oder ob diese Holzart durch Saat oder Pflan-

zung auf kahle Saumschläge in besserer Weise fortgepflanzt wird. Rudorf, Kühne u. a. verteidigen die Vorverjüngung, namentlich für die Hochlagen des Erzgebirges, für steile, felsige Gehänge, Frostlagen und auch für trockene, arme Böden. Es wird behauptet, daß in den Hochlagen des Erzgebirges gesäete und natürlich angeflogene Fichten und namentlich Tannen und Buchen eine lockere Beschirmung 10—15 Jahr lang aushalten, in den mittleren Hochlagen 8 bis 12 Jahr lang, daß selbst Unterpflanzung von Fichten 5—8 Jahr lang unter Schirm ohne Nachteil stehen können. Die Kultur auf großen Freischlägen bleibe 10—20 Jahr lang schlechtwüchsig, während auf Schachten (Loshieben) und Windwurflöchern ein viel besserer Holzwuchs zu finden sei.

Dagegen befürworten Manteuffel, Schaal, Judeich u. a. die Kahlschlagwirtschaft für die Nachzucht der Fichte. Judeich bezeichnet sogar den Uebergang zum Kahlschlagbetrieb als den wichtigsten Fortschritt, den die sächsische Staatsforstverwaltung überhaupt gemacht habe. Die Fichte könne, so behauptet Manteuffel, den Druck des Altholzes nur 3 bis 4 Jahre aushalten. Vor allem könne man auf den Kahlhieben das Nutzholz aus der Füllungsmasse sorgfältiger aussondern. Die Unkräuter erscheinen, wie Schaal betont, auch in den Schirmschlägen, aber während die kräftigen Pflanzen auf den Kahlschlägen bald Bestandsschluß herbeiführen, brauchen die dünnnadeligen, widerstandslosen und unwüchsigen Pflanzen, welche in den Verjüngungsschlägen bei natürlicher Besamung oft erst nach 5—6 Jahren lückig und unvollkommen erscheinen, 10—12 Jahr zur Bestandsbildung. Judeich betont ferner, daß die alten Bäume die Bodenfeuchtigkeit in starkem Maße verdunsten, die atmosphärischen Niederschläge in ihren Kronen zurückhalten, die Taubildung verhindern und den Boden durch die von den Stämmen reflektierenden Sonnenstrahlen austrocknen. Auf magerem, sterilem Quarzboden wirken, wie mitgeteilt wird, Hitze und Trockenheit unter Schirmstand viel nachteiliger und richten die Pflanzen viel eher zu Grund, wie auf dem freien Schlage.

Die hier erörterte Frage kann, wie ich schon oben erwähnt habe, nur durch die Ergebnisse scharf vergleichender Kulturversuche beantwortet werden. Für die verschiedenen Bonitätsklassen der im allgemeinen trockenen und armen Standorte mußte man gleichzeitig Pflanzungen unter richtig gestellte und rechtzeitig gelichtete Schirmbestände und daneben auf Kahlschläge ausführen und die Wirkung auf den Pflanzen- und Unkrautwuchs beobachten. Man mußte die Standorte, wo der Kahlschlag wegen der Regenniederschläge und des Taugenusses der letzte Rettungsanker ist und auf denen man die Bodenaustrocknung durch den Heidelbeer-, Heidewuchs u. s. w. in den Kauf nehmen und auf die Beimischung der Buche, selbst der Tanne verzichten muß, streng sondern von den besseren Güteklassen. Wenn auch hier die jungen Pflanzen unter den Schirmschlägen in der Jugend langsamer wachsen sollten, so werden sie später besser vorwärts kommen, weil die Bodenthätigkeit nicht in gleich starkem Maße zerstört worden ist, wie durch den Kahlhieb.

In Süddeutschland wird die Fichte vorwiegend unter Schirmschlägen verjüngt.

Teilweise, namentlich in den bayrischen Alpen, erscheint der Kahlhieb, wie ich schon oben erwähnt habe, durch die Abschwemmungsgefahr an und für sich unzulässig. Man hatte mit demselben, namentlich im Forstamt Reichenhall, die unangenehmsten Erfahrungen gemacht. Aber auch der unregelmäßige Plänterbetrieb hatte, wie aus dem Forstamt Tölz berichtet wird, viele rückgängige, ausgelichtete, überhaubare Bestände, dann lückige, ungleichmäßige und ungleichalterige haubare Bestände, jüngere Bestände ohne angemessenen Schluß und gedeihliches Wachstum, Verödungen und große, fast noch ganz unbestockte ältere Schlagflächen zurückgelassen.

Die vorläufigen Wirtschaftsregeln für die Nadelholzwaldungen im **bayrischen Hochgebirge** von 1843 gestatten zwar den Plänterbetrieb, aber nur für die licht bestockten Alpwaldungen, welche zum Schutze gegen Lawinen und Erdbrüche dienen, sodann für sehr steile Gehänge und sog. Leiten, wo das Abrutschen des produktiven Erdreichs zu befürchten steht, für dominierende Höhenpunkte, exponierte Bergrücken und Schneiden u. s. w. Ueberall wo die lokalen und Bestandsverhältnisse und die Bringung es gestatten, ist in diesem Hochgebirg die Verjüngung mittels Dunkelschlagstellung und allmählicher Abholzung in mäßiger Ausdehnung der Angriffsflächen anzuwenden. Sie ist durchweg dem Kahlhieb vorzuziehen. Sobald der Boden zur Aufnahme des Samens geeignet, wird zur Ansaat aus der Hand geschritten.

Die natürliche Verjüngung wird auch 1852 für die **Fichtenwaldungen des Forstamts Reichenhall** und der Forstämter Tegernsee, Ruhpolding, Marquardstein und Rosenheim als Regel vorgeschrieben; nur bei besonders schwierigen Transportverhältnissen und in den langschaftigen, den Sturz- und Fallwinden exponierten Beständen ist der Kahlschlagbetrieb zulässig. Bei der Dunkelschlagstellung gilt für diesen kalkhaltigen fruchtbaren Boden, der in der feuchten Gebirgsluft selten austrocknen wird, die Regel: „je sonniger und ungeschützter die Lage, je steiler das Gehänge, je mehr der Boden zur Vergrasung geneigt ist, desto dunklere Stellung ist den Angriffsflächen zu geben. Im allgemeinen dürfte eine Entfernung der äußersten Astspitzen von 2,3—2,9 m am meisten entsprechen." Mit den Nachhauungen ist zu beginnen, sobald die Besamung erfolgt ist, mit dem gänzlichen Abtriebe aber zu warten, bis der Anflug hinlänglich erstarkt ist und keines Schutzes mehr bedarf, was in der Regel in 6—8 Jahren der Fall sein wird. An steilen Hängen und bei einer Stellung des Schlags durch geringere Stämme, welche ausreichend Licht gewährt, können die Nachhauungen unterbleiben und bei einer Höhe der Fichten von 0,15—0,30 m der Kahlhieb mittels schmaler Absäumung vorgenommen werden. Die künstliche Holzzucht erfolgt vorzugsweise durch Ansaat. In den aus Fichten, Buchen und Tannen gemischten Hochgebirgswaldungen im **Forstamte Tölz** werden diese Holzarten in Mischung nachgezogen und dabei auf den besseren Standortsklassen die Laubholzbeimischung begünstigt. Fünf bis sechs Jahre vor dem eigentlichen Angriffshieb wird das Nutzholz ausgehauen. Gleichzeitig oder im folgenden Jahre wird durch Aushieb einer kleinen Quantität Brennholz (54—90 Raummeter per Hektar) die regelmäßige Stellung für Buchen- und Tannennachzucht gegeben — an südlichen, hohen, trockenen Gehängen dunkler,

wie an nördlichen Hängen u. s. w. Die Verjüngungsfläche ist alsbald mit Fichten- und Lärchensamen zu besäen. Der Abtriebsschlag folgt ohne weitere Auslichtungshiebe auf sonnseitigen Gehängen und hohen Lagen der künstlichen Einsaat oder natürlichen Besamung erst nach 8—12 Jahren, auf nördlichen Abdachungen, in geschützten, niederen Lagen dagegen schon nach 4—8 Jahren. (An den höheren Gebirgshängen ist nämlich der Boden seicht, oft nur einige Zoll tief und der Abschwemmung ausgesetzt.) Nur in den geschützten Waldregionen, insbesondere auf den Schattenseiten, den nördlichen und westlichen Gehängen auf frischem Boden ohne Graswuchs, ist kahler Abtrieb in schmalen Absäumungen mit alsbaldiger Ansaat gestattet, wenn Seitenschutz durch ältere Bestände bis zur Herstellung der Verjüngung erfolgt; aber unter allen Verhältnissen sollen Vorbereitungshiebe 8—12 Jahre vorausgehen, um Buchen- und Tannenvorwuchs zu erhalten. Auch sind jüngere gutwüchsige Buchen, Ahorne, Ulmen, Tannen zum Ueberhalten zu belassen. Die Schlagrichtung geht hierbei von Norden gegen Süden oder von NWO. gegen SWO., weil die südliche Beschattung der Verjüngung besonders kräftig und wohlthuend wirkt. Auf ältere Schläge mit stark verwestem und vernarbtem Boden, auf Lücken 2c. sind 3—4jährige Fichten und Lärchen aus Saatschulen oder Ballenpflanzen aus nahegelegenen Schlägen zu verpflanzen. Ueberall sind Verjüngungsstreifen, welche vom Fuße der Gehänge bis zur Höhe derselben reichen, als Regel anzuwenden. Man benutzt vorzugsweise das schwächere Gestäng zum Schutz der Besamung. Das verbleibende Astholz, welches im Hochgebirge wertlos ist, wird über die Saatplätze ausgebreitet. Die Vorwüchse werden streng geschont und erhalten.

Beim Plänterbetrieb, der in den höchsten, gefährlichsten Lagen unvermeidlich ist, soll eine Regelmäßigkeit und periodische Reihenfolge der Plänterhiebe in der Art beobachtet werden, daß wenigstens in jeder Wirtschaftsperiode einmal mit steter Rücksicht auf die Erhaltung der Bewaldung, sowie auf den notwendigen Schutz des Bodens und der Umgebung vorzugsweise das stärkere, über- und abständige Holz herausgenommen wird.

In den niedriger gelegenen Landesteilen Bayerns tritt die Fichte zumeist in Untermischung mit Rotbuchen und Tannen auf. Wir haben deshalb zu beachten, ob die oben geforderte regelrechte Untermischung dieser Holzarten stattgefunden hat.

In **der Landschaft zwischen den Alpen und der Donau** werden die reinen Fichtenbestände in langen, schmalen, von NNO. gegen SSW. zu führenden Streifen mittels Dunkelhieben und Riefensaat verjüngt.

In den **Waldungen bei Eichstätt** entsprechen bei der Verjüngung der Fichtenbestände auf dem einerseits zum Graswuchs sehr geneigten und anderseits der Vertrocknung sehr ausgesetztem Jurakalk die Kahlhiebe nicht dem Zweck. Hier werden Besamungsschläge, die mit langen Streifen der Richtung von NNO. nach SSW. folgen, vorgeschrieben. Nach 3—5 Jahren wird ca. die Hälfte des stärksten Holzes nachgehauen und nach weiteren 3—4 Jahren tritt der Kahlhieb in paralleler Richtung mit den Angriffshieben ein. Riefensaat wird nötigenfalls zu Hilfe gerufen.

In der **Oberpfalz** sind die Fichtenbestände, die hier entweder rein oder

mit Kiefern gemischt vorkommen, in Dunkelschlägen, die in schmalen Streifen von NNO. gegen SSW. zu führen sind, mit Zuhilfenahme der Riefensaat zu verjüngen, wenn der Boden mit Moos bedeckt ist. Ist dagegen der Boden bereits geschwächt, mit Heidelbeer- und Heidekraut überzogen, so sind schmale, die Baumhöhe des Bestands nicht überschreitende, möglichst lange Absäumungen in der gleichen Richtung (alle drei bis vier Jahre ein neuer Streifen) kahl zu hauen und durch Fichtenriefensaat anzubauen.

In den aus Buchen, Tannen und Fichten gemischten Beständen des **bayrischen Waldes** begünstigt man gleichfalls überall, wo es angeht, die Buche und sichert ihr das Uebergewicht. Tannen und Fichten sollen in der Jugendperiode nur sehr untergeordnet einzeln und horstförmig beigemischt werden; „zur Zeit der Haubarkeit wird die weit geringere Anzahl Nadelholzstämme nahezu ebensoviel Holzmasse liefern, wie die zahlreicheren Buchen.“ Vor den Dunkelhieben werden, mindestens 6—8 Jahre vorher, Vorbereitungshiebe eingelegt, bei denen die schweren Nadelholzstämme gefällt, der Unter- und Vorwuchs abgeräumt wird, um Buchen-, Tannen- und Ahornbesamung zu erzielen, die vorwüchsig werden kann. Schadhafte und rückgängige Stämme werden durch Plänterhiebe ausgezogen. Die Fichtenbestände in den Hochlagen werden gleichfalls durch diese Plänterhiebe mit Rücksicht auf Anflug benutzt, in den tieferen Lagen durch Dunkelschlagstellung verjüngt und in den Auwaldungen streifenweise kahl abgeholzt.

Die Fichtenwaldungen im **Fichtelgebirge**, die teils rein, teils mit Tannen, Buchen und Kiefern gemischt vorkommen, sind durch Vorbereitungshiebe, Angriffs- wie Abtriebshiebe mit alsbaldiger Ansaat zu verjüngen. Auf die Nachzucht der Tanne und Buche wird besonderer Wert gelegt; die Buche soll horst- oder partienweise eingemischt werden. Der Abtriebsschlag wird geführt, wenn die Buche eine Höhe von 1—1$^1/_3$ m erreicht hat, die Tannenpflanzen 6—8 Jahre und die Fichtenpflanzen 3—4 Jahre alt sind. An den nicht steinigen Orten der Lücken und Blößen ist der Löcherpflanzung mit Ballen oder mit Asche der Vorzug zu geben; sowohl bei der Ansaat der Schläge, als bei der Pflanzung hat eine gründliche Bodenlockerung stattzufinden.

In den Nadelholzforsten **Württembergs** stocken die Fichtenbestände im Jagstkreis (Ellwangen, Hall &c.) vorzugsweise auf Keuperboden, vielfach auf weißem Sandstein, sog. Stubensand.

Auf den feuchten Plateaus ist die Fichte dem Windwurf ausgesetzt; bei Lichtstellung schließt der rasch eintretende Ueberzug des Bodens mit Gras, Binsen oder Seegras die Besamung oder wenigstens das Aufkommen des Nachwuchses aus. Auf den mageren, trockenen Böden, wie sie der vorzugsweise in Betracht kommende Stubensandstein liefert, erfolgt bei jeder Lichtstellung rasche Verflüchtigung des Humus, es stellen sich Heidelbeerkräuter und Heidekräuter ein, unter Schirm verschwinden die Fichtenpflanzen und nur die Buche und Tanne erhält sich. Die Verjüngung durch den Samenabwurf des Mutterbestands, die im An-

fang des Jahrhunderts mehrere Jahrzehnte in Uebung war, hat umfangreiche Blößen geschaffen, der Boden ist verheidet und an Kraft tief gesunken. Deshalb verjüngt man in neuerer Zeit auf schmalen, kahl gehauenen Saumschlägen, die dem herrschenden Wind entgegengeführt werden, mittels Pflanzung, insbesondere Hügelpflanzung.

In Oberschwaben findet man dagegen die Fichtenbestände zumeist auf einem frischen, tiefgründigen, sandigen Lehmboden, der aus der Verwitterung des Moränenschutts hervorgegangen ist. Die natürliche Verjüngung und die Saat unter Schirmstand hat hier dem Kahlschlagbetrieb weichen müssen, weil die Fichten in den Verjüngungsschlägen leicht vom Winde geworfen werden und der Lichtung ein üppiger Graswuchs auf dem Fuße zu folgen pflegt, auch die Benutzung der Marktkonjunkturen bei der natürlichen Verjüngung erschwert war. Regel ist deshalb der Kahlschlagbetrieb mit Anbau aus der Hand geworden und nur in den mit Tannen gemischten Fichtenbeständen wird die Tanne durch Vorverjüngung eingebracht und die nach dem Abtrieb vorhandenen Blößen mit Fichten ausgepflanzt.

3) Verjüngung der Weißtanne.

Im **Frankenwalde**, in dem die Weißtanne vorherrscht, hatte man sowohl mit dem Femelbetrieb, als mit dem Kahlschlagbetriebe in den ersten Jahrzehnten des neunzehnten Jahrhunderts unangenehme Erfahrungen gemacht.

Im Plänterbetrieb waren die Bestände durch abständig werdende Stämme und starke Auszugshauungen immer lichter geworden und vom Winde niedergeworfen. Durch die großen Kahlhiebe war der Thonschiefer- und Grauwackeboden, der im Frankenwalde vorherrscht, in der Produktionskraft herabgekommen; er hatte sich mit Unkräutern überzogen. An die Stelle der früheren Tannenbestände waren Fichtenbestände mit teilweise unvollkommener Bestockung getreten. Seit 1830 hat die Dunkelschlagwirtschaft im Frankenwalde Eingang gefunden. Seit dieser Zeit ist die Wirtschaft in erster Linie auf die Begünstigung der Weißtanne bei der Verjüngung gerichtet. Zwölf bis fünfzehn Jahre vor dem eigentlichen Angriff werden die Vorbereitungshiebe geführt, bei welchen nur eine mäßige Lichtung eintritt und eine merkliche Unterbrechung des Schlusses nicht stattfindet. Außer dem Unterstand, welcher das Gedeihen des jungen Anflugs hindert, wird zunächst der zur Nachzucht untaugliche Fichten-, Tannen- und Buchenvorwuchs entfernt. Aber der Aushieb erstreckt sich auch auf die starken Buchen- und Nadelholzstämme und auf einen Teil der zu gedrängt und zu geschlossen stehenden Stämme, ohne eine mäßige Lichtung zu überschreiten.

Die Dunkelschläge beginnen auf den Hochebenen auf der Nordost- oder Nordseite des Bestandes mit Schlaglinien, die von Südost gegen Nordwest gerichtet sind. An Bergwänden, wo vom Sturme keine Nachteile zu befürchten sind, ist mit dem Angriffe auf der Höhe oder dem Kamme des Berges zu beginnen, die Schlaglinien laufen horizontal, so daß der Hieb von dem Bergrücken gegen den Fuß in langen, schmalen Schlägen, die auch auf den Hochebenen zu

wählen sind, verrückt. In Ostlagen, wo von Westwinden Gefahr droht, werden die Hiebe von der Nordseite her von oben nach unten geführt. Mittelstarke Tannen werden zu Schutz- und Samenbäumen ausgewählt. Fichtenvorwuchs wird, mit Ausnahme der südlichen Lagen und lichten Bestände, entfernt, Tannenvorwuchs vorläufig geschont, aber später entfernt oder durchhauen. Buchenkernwuchs wird sorgfältig geschont. Die Dunkelschläge sind auf den südlichen, steilen Abhängen, auf den trockenen, steinigen Bergkämmen und mit Felswänden durchzogenen unteren Gehängen dunkler zu halten, als gewöhnlich; dagegen ist auf den nördlichen, nordöstlichen und nordwestlichen, geschützten Berghängen weniger Vorsicht notwendig. In diesen Lagen sind selbst schmale, kahle Absäumungen zulässig, jedoch nur dann, wenn erstarkter Anwuchs bereits vorhanden ist, der sich während der Vorbereitungsstellung häufig anzusiedeln pflegt, oder wenn die Auspflanzung sofort stattfinden kann. Die Schlagstellung wird erst dann vorgenommen, wenn ein reichliches und gutes Samenjahr in Aussicht steht (gewöhnlich alle 3—4 Jahre).

Die Nachhauungen beginn n im Frankenwalde, wenn sich auf der Fläche überall 5—6jährige Tannenpflanzen zeigen — mehrere Jahre nach dem Angriffshiebe. Mit dem 10.—12. Jahre, wenn die Mehrzahl der Tannen eine Höhe von 1/3—2/3 m hat, werden dieselben beendigt. Die Blößen werden bepflanzt; überhaupt ist der Pflanzung mit Saatschulpflanzen in Löcher der Vorzug vor der Saat zu geben. Zeigt sich bei den Vorbereitungshieben kein Tannenanflug, so wird der Boden vor dem Samenjahr im Herbst rinnen- oder riefenweise bearbeitet.

Außer dem Frankenwalde hat die Tanne namentlich im **Schwarzwald** größere Verbreitung gefunden.

Im **badischen Anteil** des Schwarzwalds, auf einem vorherrschend von Granit und Gneiß gebildeten kräftigen Boden, ist ebenfalls die natürliche Verjüngung der Weißtanne Wirtschaftsregel. Ich habe das eingehaltene Verfahren nach den Gerwigschen Angaben oben (S. 347) geschildert. Der Schwerpunkt liegt in der Verjüngung von Lichtungen, die auf gutem Boden 36—72 m groß sind. Ueber den Gang der Verjüngung im speciellen und über das Alter, welches die Weißtannenpflanzen auf diesen Löchern bis zur vollständigen Räumung des Schirmstandes unmittelbar über denselben im großen Durchschnitt erreichen, finde ich keine präcise Angaben. Man spricht im allgemeinen von einem 25 bis 40jährigen Verjüngungszeitraum. Die Weißtannenbestände im Schwarzwald sind aus dem Plänterbetrieb hervorgegangen. In größeren haubaren Beständen findet man mannigfache Altersstufen vertreten. Aber vorherrschend sind in den als haubar erachteten Beständen die 80—120jährigen Stämme zu finden. Die Tannenwirtschaft im badischen Schwarzwalde bezweckt nun in erster Linie das Angebot derjenigen Nutzholzstämme, welche im Holzhandel besonders gesucht und am teuersten bezahlt werden. Der Preis richtet sich nach der Länge und der Stärke am Zopfende; der Festmeter von einem Stamme, der 70 Fuß lang ist und 16 Zoll oberen Durchmesser hat, wird 38% höher bezahlt, als der Festmeter von einem Stamm mit 50 Fuß Länge und 12 Zoll oberem Durchmesser.

Im freien Stande ist eine Zunahme von 4 Zoll am Zopfende während eines 12jährigen Zeitraums eine gewöhnliche Erscheinung (bei 70 Fuß langen Stämmen) und damit gewinnt man eine Preissteigerung von etwa 20% per Festmeter.

Man verjüngt sehr langsam, damit die jüngeren und schwächeren Stämme zu langen und zopfstarken Stämmen heranwachsen. Zunächst werden die 100- bis 120jährigen Horste verjüngt, indem man hauptsächlich die Stämme, welche ihre höchste Nutzbarkeit erreicht haben, die nicht schönwüchsigen und die unterdrückten Stämme aushaut. Während diese Verjüngung nach und nach Samenwuchs erzeugt, werden auch die früher 80—100jährigen Gruppen und Horste im Schlag gestellt. Gleichzeitig werden die erstarkten Stämme in den jüngeren Horsten ausgezogen. Zuletzt bleibt ein Bestand vom 1—20jährigen Alter mit Gruppen und Horsten bis zum 40jährigen Alter, in welchen bis 60 und mehrjährige (aufgeastete) Stämme einzeln oder in lichten Gruppen eingewachsen sind, übrig.

Hiernach scheint in den einzelnen Horsten und Gruppen eine bis 20jährige Verjüngungszeit vorzuherrschen. Aber bis man die verschiedenen Gruppen einer Abteilung verjüngt, die jüngeren Gruppen durchhaut und den Vorwuchs „gemustert" hat, vergehen, wie es scheint, 30—40 Jahre. Die Angaben über die Länge des Verjüngungszeitraums scheinen sich sonach auf die Abteilung zu beziehen und nicht auf den Schirmstand der partiellen Verjüngungsfläche innerhalb der Abteilung. Zur Ergänzung der natürlichen Besamung wird die Pflanzung (mit Saatschulpflanzen) zumeist gewählt.

Im badischen Schwarzwald tritt sehr verbreitet die Buche mit der Weißtanne auf. In den meisten Fällen scheint die Buche so weit ausgehauen zu werden, als sie die Tanne in den Verjüngungen verdrängt. Keinenfalls findet im Schwarzwald die planmäßige Bildung von Mischbeständen der Tanne, Fichte und Buche statt, in welchen die Nadelhölzer in der zweiten Hälfte des Bestandslebens dominieren und den Hauptertrag liefern, obgleich sicherlich auf den besseren Bodenarten diese Mischung bei einer sorgsamen Bestandspflege zu begründen und zu erhalten sein würde.

Im **württembergischen Schwarzwalde** findet man vorherrschend einen wenig kräftigen Sandboden, welcher der Verwitterung des bunten Sandsteins entstammt. Man verjüngt die Weißtanne zwar auch unter Schirmstand, aber mit kurzer Verjüngungsdauer und nur auf den besseren Standorten und in regelmäßig bestockten Bestandspartien.

Diejenigen Bestandsteile, in denen die natürliche Verjüngung Schwierigkeiten darbietet, werden zunächst dunkel gehalten und hierauf gleichzeitig mit den auf natürlichem Wege verjüngten Bestandsteilen in langgedehnten schmalen Streifen kahl abgesäumt. Unter dem Seitenschutz des vorstehenden Bestands, nötigenfalls auch unter Beigabe der Kiefer als Treib- und Schutzholz, wachsen die angepflanzten Weißtannen in die Höhe. Die Fichte wird auf den besseren Tannenböden zur Füllung der Lücken in schon mehr erstarktem Tannenvorwuchs angebaut.

4) Verjüngung der Kiefer.

Im **nördlichen Deutschland** ist fast überall die Verjüngung der Kiefer mittels des Kahlschlagbetriebs und der Anpflanzung Regel geworden. Zwar wird in einigen Revieren der Mark Brandenburg die natürliche Verjüngung der Kiefer mit Erfolg betrieben — namentlich im Revier Zehdenik, um den Schaden zu verhindern, den die Engerlinge auf dem frei gehauenen Sandboden gewöhnlich anrichten. Aber in diesem Revier (Schutzbezirk Kappe) wird der Boden durch Schweineumbruch, Behacken, Pflügen und Eggen gründlich gelockert und die künstliche Ansaat sofort zu Hilfe gerufen. In fünf Jahren wird geräumt und zu diesem Zweck in drei Jahren $^3/_5$ des Vollbestands ausgehauen. Es ist deshalb auf den Bodenschutz durch den Schirmschlag kein großer Wert zu legen.

Schon 1841 wird im **Nürnberger Reichswald**, der auf einem durch Streunutzung herabgekommenen, zwar tiefgründigen, aber trockenen und mageren Quarzsandboden stockt, die Verjüngung der Kiefer durch schmale Saumschläge empfohlen, auf denen lediglich das zum Einwachsen bestimmte Oberholz in angemessener Verteilung, beschränkter Anzahl und guter Auswahl stehen gelassen wird. Es ist mit dem Hiebe weiter zu rücken, ehe der Anflug vom stehenden Holze zu leiden anfängt. Auf diesem Boden hat die Lockerung, deren gründliche Vornahme mit Recht vorgeschrieben wird, besondere Bedeutung.

In der **Oberpfalz** hat man auf trockenem, quarzreichem, entkräftetem Boden verschiedene Verjüngungsmethoden ohne gründliche Bodenlockerung versucht, jedoch ohne Erfolg.

Zunächst wurden die noch nicht verkrüppelten Kiefernbestände, welche mit Heide unterwachsen waren, in schmalen Absäumungen, welche die Höhe des Bestands nicht überschritten, kahl gehauen und hierauf, nach Ausrupfen des Heidekrautes, natürliche Besamung erwartet. Wenn die letztere in den beiden ersten Jahren nicht erfolgte, so wurde durch Kiefernsaat oder Pflanzung im dritten Frühjahr nachgeholfen. In den Krüppelbeständen, auf durch Streunutzung entkräfteten Böden wurde nach Einstellung der Streunutzung die Bildung einer Moosdecke abgewartet und sodann auf schmalen Absäumungen Kiefensaat mit tiefer Bodenlockerung vorgenommen.

Für diese Kiefernkrüppelbestände wird jedoch bei Revision der Wirtschaftsregeln die Belassung eines hinreichenden Schutzbestands auf den bis zu 30 m breiten Verjüngungsstreifen und die dichte Pflanzung 1jähriger Kiefern (1 m

Reihenabstand, $2/3$ m Entfernung in den Reihen) vorgeschrieben. Der Schutzbestand ist 2—3 Jahre nach der Pflanzung zu entfernen.

Da diese Verjüngungsmethoden ohne befriedigenden Erfolg blieben, so versuchte man 10jährigen landwirtschaftlichen Fruchtbau mit Düngung und erzielte einen guten Holzwuchs. Derselbe konnte jedoch nicht die wünschenswerte Ausdehnung erlangen. Man ließ hierauf die Streu abräumen, den Boden von den Streukäufern möglichst tief und kurz bearbeiten und im folgenden Jahre mit 1jährigen Kiefern bepflanzen. Nach einigen Jahren, wenn die Heide wieder erschien, wurde der Boden ohne weiteres Entgelt wiederholt behackt und an die Pflanzen herangezogen. Die Erfolge dieser Verjüngungsart sind im Vergleich mit den früheren Gebräuchen so in die Augen fallend, daß dieselben nicht bezweifelt werden können.

Im **Pfälzerwald** wird in den zu Kiefern umzuwandelnden Laubholzbeständen mehrere Jahre vor dem Abtrieb ein Vorbereitungshieb geführt, damit Aufschlag bei Mastjahren erfolgt und hierauf in schmalen Streifen kahl abgeholzt.

In Kiefernbeständen werden langsam fortschreitende Saumhiebe, deren Breite niemals die doppelte Höhe des angrenzenden Bestands erreichen darf, geführt, die an Bergwänden horizontal von oben nach unten, immerhin aber in der Richtung von NNO. gegen SSW. vorschreiten. Die entholzten Flächen sind, gewöhnlich im nächstfolgenden Frühjahr nach dem Hiebe, mittelst Kiefernsaat zu bestellen.

Die oben mitgeteilten Erfahrungen, welche man in Sachsen bei der Verjüngung der Fichte gemacht hat, beziehen sich auch teilweise auf die Nachzucht der Kiefer.

III.

Die Verjüngung der Waldungen mittels Saat und Pflanzung.

Im Eingange dieses Abschnitts habe ich die Nutzleistungen der natürlichen Verjüngung durch den Samenabwurf des Mutterbestands mit den Nutzleistungen der alsbaldigen Bepflanzung der Besamungsschläge verglichen. Ich habe nachgewiesen, daß die Kostenersparung, die man erreicht, indem man das Ausstreuen des Samens der Natur überläßt, durch andere, weitaus überwiegende Verluste aufgehoben wird. Wir haben gesehen, daß sich die Massen- und Wertproduktion der Holzbestände durch die regelmäßige Verteilung und nutzbringendste Entfernung, die man den Holzpflanzen bei der Einpflanzung geben kann, beträchtlich höher stellt, als in dichten

natürlichen Verjüngungen und daß schon durch diese Mehrproduktion die Pflanzungskosten ersetzt werden. Die natürlichen Verjüngungen werden je nach dem Samenwuchs bald zu dicht und bald zu licht stehen; sie bleiben im ersteren Falle im Wuchse weit mehr zurück, als die Pflanzungen und erfordern im letzteren Falle kostspielige Nachbesserungen. Vor allem fällt aber in die Wagschale, daß bei der sofortigen Bepflanzung der Besamungsschläge der Wertzuwachs der nachwachsenden Bestockung nicht verloren geht, denn derselbe ist sehr beträchtlich — bei Nutzholznachzucht wird oft der einjährige Zuwachs dem doppelten Betrag der Pflanzungskosten (Spaltpflanzung) gleichkommen. Und endlich ist zu beachten, daß die Bodenkraft in der bestmöglichsten Art erhalten wird. Es würde sinnlos sein, auch noch in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts auf die weitaus überwiegenden Vorteile der Holzpflanzung zu verzichten, weil man vor hundert Jahren der Verjüngung der Waldungen durch den Samenabwurf des Mutterbestands besonderen Wert beizulegen hatte.

Es ist keiner Frage unterworfen, daß zukünftig für die Nachzucht der Lärche, Kiefer, Fichte, der beiden Ahornarten, der Ulme rc. der Anbau aus der Hand die Regel zu bilden hat und hierbei nur die brauchbaren Pflanzen, die der natürlichen Besamung entstammen, beibehalten werden. Aber es ist besonders zu untersuchen, ob man zur Anzucht der hauptsächlich aus Rotbuchen zu bildenden Grundbestockung, die in dem Lichtwuchsbetriebe (cf. siebenten Abschnitt) den Boden zu schirmen hat, in erster Linie die natürliche Besamung benutzen kann, indem man den Anbau durch Menschenhände lediglich bei ausbleibenden Samenjahren und minder empfänglichen Böden zu Hilfe ruft.

Wenn geschlossene Buchenbestände im mannbaren Alter, nachdem Kronenfreihiebe und Durchforstungshiebe scharf eingegriffen haben, dem eigentlichen Lichtungshieb unterstellt werden, so ist es zwar nicht gefahrbringend, zwei bis drei Jahre auf ein Buchensamenjahr zu warten. Man wird auch bei eintretender Buchelmast eine sehr große Fläche mäßig lichten und auf trockenen Böden alsbald, auf den feuchteren Böden langsamer nachhauen können. Man wird voraussichtlich die natürliche Besamung zur Begründung der Schutzbestockung sehr ausgiebig benutzen können; eine gute Spreng-

mast bedeckt erfahrungsgemäß den Boden der gelichteten Bestände mit dichtem Samenwuchs und man muß sich beeilen, die Nadelhölzer zur Bildung des Haubarkeitsbestands einzupflanzen. Allein ich möchte trotzdem raten, auch für diesen Lichtwuchsbetrieb in älteren Buchenbeständen die Buchenpflanzung als oberste Regel des Verjüngungs- und Unterbaubetriebs voran zu stellen.

Ausgiebige Buchelmast wächst nicht in jedem Jahre. Vollmasten oder wenigstens gute Mastjahre (mit Dreiviertelmast) sind im 19. Jahrhundert nur 1811 und ferner, aber nicht in allen Gegenden Deutschlands, 1823, 1834, 1842, 1843, 1850, 1858, 1869 eingetreten. Auch die halben Masten und die Sprengmasten treten nicht jährlich ein. Im letzten Jahrzehnt (1874—1883) sind aus den Buchenrevieren Preußens 4835 Berichte über die Buchelmast eingelaufen. 3081 Berichte konstatieren, daß überhaupt Bucheln nicht gereift sind; Vollmasten werden nur aus 126 Revieren, halbe Masten aus 431 Revieren und Sprengmasten (namentlich 1875, 1881 und 1882) aus 1197 Revieren in diesen zehn Jahren berichtet, mit 60% aus Rheinland, Westfalen und Hessen-Nassau. In weit verbreiteten Waldgebieten Deutschlands scheint in diesem Jahrzehnt der Buchensamen nur sehr spärlich gereift zu sein.

Der vorsichtige und rationelle Verjüngungsbetrieb kann sich auf einen so unsicheren Faktor, wie das Eintreten ausgiebiger Buchelmasten ist, nicht stützen. Der Forstmann muß nicht nur die Buchenmasten zur Besamung der Schlagflächen benutzen, sondern gleichzeitig genügend große Buchensaatbeete anlegen, um 2—3jährige Buchen (nötigenfalls auch ältere Pflanzen) für die ballenlose Pflanzung mit den handlichsten Werkzeugen vorrätig zu haben. Wenn die Samenjahre in der betreffenden Oertlichkeit längere Zeit ausbleiben, so läßt sich der Samen von Samenhandlungen beziehen, die bei den heutigen Verkehrsverhältnissen keimfähige Bucheckern mit der geringen Quantität, welche für die Saatbeete nötig ist, fast jährlich beschaffen können.

Allein es handelt sich in der forstlichen Praxis vorläufig noch sehr selten um die Anzucht eines Bodenschutzholzes in Buchenbeständen, die dem Lichtungsbetriebe längere Zeit unterstellt worden sind und in demselben auch noch längere Zeit

verweilen sollen. Es handelt sich vor allem um die vollkommene Verjüngung der älteren, noch geschlossenen Buchenbestände und um den Anbau der bodenschützenden Rotbuche ꝛc. in Eichen-, Fichten-, Kiefernbeständen, die zu diesem Zweck zu lichten sind, und in Beständen, die das Mannbarkeitsalter noch nicht erreicht haben. Hier kann man Buchenmastjahre nur sehr untergeordnet benutzen. Es handelt sich ferner um die nutzbringendste und erfolgreichste Begründung der Bestockung, welche den Nutzholzbestand zur Haubarkeitszeit zu bilden hat — auf gutem, mittelmäßigem und schlechtem Boden, in Sonnen- und Mitternachtslagen, auf Freischlägen und unter Schutzbeständen ꝛc.

Wir haben die maßgebenden Faktoren genügend erörtert, um sagen zu dürfen, daß die zielbewußte und darum scharf rechnende und vergleichende Forstwirtschaft in allen Fällen den Anbau aus der Hand statt der natürlichen Verjüngung voran stellen und die Letztere nur als Beihilfe benutzen wird. Aber damit soll keineswegs dem Kahlschlagbetrieb Thür und Thor geöffnet werden. Wir haben schon im Eingang dieses Abschnitts die hervorragenden Nutzleistungen der Schirmschläge bei der Verjüngung schattenertragender Holzarten und bei nicht zu geringem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens kennen gelernt. Der künstliche Unterbau unter Schirmschläge und zwar sofort nach der erforderlichen Lichtstellung in den empfänglichen Boden ist offenbar die oberste Verjüngungsregel für die schattenertragenden Holzarten, wenn der Boden nicht zu trocken und mager ist. Im letzteren Falle und bei der Nachzucht der Lärche, Eiche und Kiefer und anderer lichtbedürftiger Holzarten sind kleine seitlich geschützte Saumschläge sofort nach dem Abtrieb künstlich anzubauen.

In welcher Weise wird der Anbau aus der Hand in diesen Schirm- und Saumschlägen am wirkungsvollsten und mit dem geringsten Kostenaufwand vollzogen? Durch Saat oder durch Pflanzung? Welches sind die vorzüglichsten Methoden der Holzsaat in Hinblick auf Kostenaufwand und Erfolg? In welcher Weise werden die Lärchen, Fichten, Tannen, Kiefern, Eichen, Buchen u. s. w. für die Pflanzung herangezogen? Mit welchem Alter und mit welcher Größe werden dieselben am zweckmäßigsten und erfolgsichersten auf den Verjüngungsschlägen eingepflanzt? Ist hierbei der Erdballen,

in dem das Saatkorn gekeimt hat und die Pflanze erwachsen ist, mitzugeben oder genügt ballenloses Einpflanzen der entblößten Wurzeln? In welcher Weise ist der Boden der Verjüngungsfläche zu bearbeiten, wenn derselbe trocken ꝛc. ist? Welche Werkzeuge fördern die Arbeit am meisten, ohne den Erfolg, die Sicherheit des Anwachsens, zu beeinträchtigen? Wie verhalten sich überhaupt die verschiedenen Pflanzungsverfahren, die in der forstlichen Praxis angewendet werden, hinsichtlich des Kostenaufwandes und des Erfolges?

Diese Fragen sind zunächst zu beantworten. Dabei wollen wir in erster Linie untersuchen, ob man etwa mit geringeren Kosten gleichen Erfolg erzielen kann, indem man die Verjüngungsflächen besäet, statt sie zu bepflanzen.

1) Wahl zwischen Holzsaat und Holzpflanzung.

In früheren Jahrhunderten hat man, wie es scheint, vorzugsweise Kiefern- und Eichelsaaten vorgenommen und außerdem Eichen, Ulmen ꝛc. vereinzelt eingepflanzt. Zwar sind im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts (oder Ende des achtzehnten), wie G. L. Hartig mitteilt, „in manchen Gegenden beträchtliche Walddistrikte durch Pflanzung entstanden," und schon im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts war die Holzpflanzung bei der Forstwirtschaft als ein im großen anwendbares künstliches Vermehrungsmittel der Wälder aufgenommen worden. In der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts wurde jedoch die Holzsaat in größerer Ausdehnung angewendet, als die Holzpflanzung. Seit dem Jahre 1850 ist dagegen die Saat langsam, aber stetig von der Pflanzung zurückgedrängt worden. Während in den Staatsforsten der preußischen Monarchie die Kulturkosten im Zeitraum 1868 bis 1880/81 von 2,4 Millionen Mark auf 3,4 Millionen Mark gestiegen sind, hat der Bedarf derselben an Kiefernsamen betragen (durchschnittlich per Jahr)

1852—60	. .	62 995 kg
1861—70	. .	53 286 „
1871—80	. .	39 846 „

Von der künstlich in den Staatswaldungen Bayerns angebauten Fläche wurden in der Periode 1843—49 = 77 % besäet und nur 23 % bepflanzt, 1861—67 wurden dagegen nur noch 55 % besäet

und 45% bepflanzt. In den Staatswaldungen Württembergs wurden 1867—72=23% besäet und 77% bepflanzt, 1873—78 nur noch 15% besäet und 85% bepflanzt. Der Pflanzenverbrauch ist von durchschnittlich 16884 Tausend Stück in der Periode 1855—60 auf 34641 Tausend Stück in der Periode 1873—78 gestiegen.

Auch in Baden steht die Saat weit zurück gegen die Pflanzung (cf. ad 8). In der That genügt eine kurze Diskussion der Richtpunkte, welche bei der Wahl zwischen Saat und Pflanzung in Hinblick auf die Aufgaben des Waldbaues berechtigt erscheinen, um zu erkennen, daß die Holzsaat bis auf wenige Ausnahmefälle durchaus verwerflich ist. Das oberste Ziel bei der Verjüngung ist die sofortige Bestockung der Verjüngungsfläche mit Holzpflanzen, um Zuwachsverluste entfernt zu halten, die größer sind, als die Pflanzkosten (namentlich der Spaltpflanzung). Gleichzeitig soll die Austrocknung des Bodens so weit als möglich verhütet werden. Wenn auch die jungen Pflanzen, die man mit oder ohne Ballen einsetzt, im ersten und oft noch im zweiten Jahre kümmerlich wachsen, bis sie fest angewurzelt sind, so wird doch niemand behaupten, daß die jungen Keimpflanzen, die auf der Fläche selbst erzeugt wurden, in den nächsten Jahren durch kräftigeren Wuchs den Altersvorsprung, den die in gut gelockerten und gedüngten Saatschulen mit kräftiger und reichlicher Wurzelbildung erzogenen Pflanzen besitzen, zu überflügeln vermögen. Wir haben weiter gesehen, daß die richtige Entfernung der Pflanzen und namentlich die Vermeidung des zu dichten und zu lichten Standes die Holzmassenproduktion des nachzuziehenden Bestands sehr wesentlich erhöht. Bei den Saaten, sowohl bei den Vollsaaten, als bei den Riefen-, Platten- und Stecksaaten hat aber der Forstwirt die Bestimmung dieser Entfernung nicht in der Hand. Die Keimfähigkeit des Samens ist in den einzelnen Jahren verschieden und außerdem ist die mehr oder minder trockene oder nasse Witterung von der Ansaat bis zum Erscheinen der Pflanzen auf die Dichtigkeit des Pflanzenstandes von großem Einfluß — ähnlich, wie bei der natürlichen Verjüngung. Man kann auch nicht sagen, daß die Lockerung gewöhnlich bei Saaten tiefgehender und umfangreicher vorgenommen wird, als bei Pflanzungen, vielmehr muß, wenn

überhaupt der Boden der Lockerung bedarf, bei Pflanzungen ein tieferes Loch aufgehackt werden, als bei Platten- oder Riefensaaten.

Die Wahl der Holzsaat könnte somit nur dann in Frage kommen, wenn die Saat eine viel geringere Kostenausgabe veranlassen würde, als die Pflanzung. Es ist aber in der Regel die Saat viel teurer, als die Pflanzung. Betrachtet man zunächst die Kultur des lockeren, frischen, mit Laub und Nadeln 2c. bedeckten Bodens, welche die Regel beim Verjüngungsbetrieb bilden sollte, hinsichtlich des Arbeitsaufwands, so ist leicht einzusehen, daß die Spaltpflanzung mit Pflanzbeil und Pflanzeisen einen geringeren Arbeitsaufwand erfordern wird, als eine der billigsten Methoden der Holzsaat: die Plätzesaat. Wer den Zeitaufwand beim Einwerfen des Eisens, oder Einhauen des Beils, Einsetzen, Feststechen oder Festklopfen der Pflanze kennt, wird ohne weiteres zugeben, daß das Aufhauen von Platten oder auch nur das Abziehen der Bodendecke, um den Samen ein Keimbett zu bereiten, kaum rascher vollzogen werden wird, abgesehen von dem Besäen der Plätze und dem Unterbringen des Samens*). Es wird sogar kein großer Unterschied im Zeitaufwand bei den Manipulationen der Stecksaat und dem sog. Einstechen der Bucheln und Eicheln durch einen Hackenschlag einerseits und den Manipulationen der Spaltpflanzung anderseits obwalten**).

Es bleibt sonach nur die Untersuchung übrig, ob der Samen, den man bei den Plätzesaaten 2c. braucht, in der Regel eine geringere Geldausgabe beansprucht, als die Erziehung und der Transport der Pflanzen. Man kann im großen Forstbetriebe bei einem Taglohnssatze von 1 Mark die per Hektar benötigten 5—6000 Stück vollkommen tauglich und gut bewurzelten, allerdings nicht

*) Man braucht bei den günstigsten Bodenverhältnissen, wenn die Plätze 30 cm im Quadrat groß gemacht werden und eine Entfernung von 1,2 m erhalten, in der Regel 15—20 Arbeitstage per Hektar, während man für die Quadratpflanzung in 1 m Verband mit 1jährigen Kiefern, 2jährigen Lärchen und 3jährigen Fichten im großen Durchschnitt 14—15 Arbeitstage per Hektar braucht.

**) Nach den Erfahrungen des Verfassers ist die Stecksaat teils ebenso kostspielig, teils viel kostspieliger, wie die Spaltpflanzung. Selbstverständlich ist die Entfernung, die man den Stecklöchern 2c. gibt, von wesentlichem Einfluß auf die Kosten — außer der Bodenbeschaffenheit.

verschulten*) Nadelholzpflanzen (3jährige Fichten, 2jährige Lärchen und 1jährige Kiefern) mit einer Ausgabe von 6—7 Mark liefern. Dagegen werden 5—6000 Stück 2—3jährige Buchenpflanzen, wenn ein Mastjahr benutzt wird, auf 10—15 M. und 5—6000 Eichenstutzerpflanzen auf ca. 14—18 M. zu stehen kommen. Anderseits wird bei mittleren Samenpreisen allein für Samen und zwar bei Plätzesaat, die nur im Durchschnitt die Hälfte des Vollsaatquantums beansprucht, während man für die Streifen, Riefen- und Rillensaat gewöhnlich $^2/_3$—$^3/_4$ dieses Quantums gebraucht, in der Regel eine Ausgabe nötig werden:

Eichen . . .	40—60	M. per Hektar.
Buchen . . .	40—60	„ „ „
Fichten . . .	7—10	„ „ „
Kiefern . . .	10—15	„ „ „
Tannen . . .	16—18	„ „ „
Lärchen . . .	20—30	„ „ „

Man kann sonach nicht im Zweifel darüber sein, daß bei gutem Boden die Pflanzung mit den einfachen und rasch fördernden Werkzeugen, die wir unten näher kennen lernen werden — namentlich dem leichten und handlichen Pflanzbeil — viel rascher vollzogen wird und einen viel geringeren Kostenaufwand erfordert, als die Saat. Abgesehen von den weiteren, vor allem bedeutungsreichen Wirkungen der Pflanzung, die wir oben besprochen haben, ist ferner auf den ersten Blick klar, daß der Pflänzling in der tieferen Bodenschicht bessere Bedingung für das Anwachsen und namentlich einen größeren Wassergehalt während der heißen und trockenen Sommerszeit finden wird, als die Keimpflanze an der Oberfläche des Bodens. Hiermit stimmen die bisherigen vergleichenden Beobachtungen überein: während der heißen Zeit kommt die Reihe des Vertrocknens zuerst an die Saaten und erst später an die Pflanzungen.

Welche vernunftgemäße Zwecke können somit den Forstwirt bei lockeren, empfänglichen Böden zur Wahl der Holzsaat, statt der Holzpflanzung, veranlassen? Dem Pflanzenmangel ist ja in der Hauptsache in 2—3 Jahren abgeholfen. Wenn aber der Boden

*) Die Verschulung der Pflanzen werde ich unten nach Kosten und Erfolg besprechen.

infolge Unkrautwuchs, Verhärtung u. s. w. einer Bearbeitung bedarf, so ist diese Bearbeitung sowohl bei der Saat, als bei der Pflanzung notwendig und bei der Saat gebraucht man gewöhnlich größere Plätze. Man kann aber offenbar in die gelockerten Riefen, Plätze ꝛc. eben so gut pflanzen, als säen. (Selbst in Felsengeröll läßt sich mit dem Buttlarschen Eisen und dem Pflanzbeil der kleine Bodenspalt, den die junge Pflanze bedarf, unschwer anbringen.) Die Bodenlockerung, die sich nur auf kleine Saat- und Pflanzstellen beschränkt, erhält bei der raschen Wasserbewegung im Boden die Umgebung der Pflanzen keineswegs nachhaltig feucht und sichert hierdurch das Gedeihen in der heißen Jahreszeit. Vielmehr beschränkt sich die Wirkung in beiden Fällen auf die Erleichterung des Anwurzelns durch Herstellung von Feinerde. Ueberdies werden die Pflanzlöcher in der Regel tiefer gelockert, als die Saatplätze.

Wir wollen indessen, bevor wir uns ein endgültiges Urteil bilden, die Ansichten der Waldbaulehre hinsichtlich der Wahl zwischen Saat und Pflanzung vernehmen.

Schon Georg Ludwig Hartig hat gefunden, daß die zur damaligen Zeit (1826) fast allgemeine Behauptung, „daß die Pflanzung kostbarer sei, als die Saat nur für den Fall gilt, wenn Pflanzungen mit großen Pflänzlingen gemacht werden. Mit kleinen Pflänzlingen kommt die Pflanzung oft nicht einmal so teuer als die Saat und man erreicht den Zweck oft sicherer, als durch diese“. Sehr wohlfeil werde eine derartige Pflanzung mit 6—12 Zoll langen Pflänzlingen, wenn man den Boden 6 Zoll im Quadrat dünn abschälen, 4 Zoll tief auflockern lasse und hierauf die Pflanze mit den Fingern, wie man den Kohl zu setzen pflege, einsetzen lasse.

Heinrich Cotta stellt die Saaten obenan, weil sie im großen ausführbarer seien, als die Pflanzungen. Jedoch sei die Pflanzung zärtlicher Holzarten, wie z. B. Buchen, bei Ausbesserungen, Mischungen, auf graswüchsigem, fettem Boden, in sehr rauhen Gegenden, Schneebruchlagen, Frostlagen (Ausfrieren), an steilen Bergabhängen ꝛc. vorzuziehen.

Wilhelm Pfeil spricht zwar auch hinsichtlich der Wahl zwischen Saat und Pflanzung die Ansicht aus, daß dieselbe durch die örtlichen Verhältnisse bestimmt werde. Aber er befürwortet im allgemeinen die Pflanzung, weil sie billiger und sicherer sei und

die Pflanzung eine passende Verteilung der Pflanzen und damit eine größere Holzmassenproduktion herstelle. Namentlich für graswüchsigen Boden und für Schneebruchlagen befürwortet Pfeil die Pflanzung. Die Saat sei dagegen in Verbindung mit Ackerkultur, bei starkem Wildverbiß, wenn Rüsselkäfer und Engerlinge schädlich werden und wenn der Boden bald seinen Humusgehalt verliert (wegen der baldigen Beschattung) vorzuziehen.

Gwinner stellt die Pflanzung voran. Wenn der Same wohlfeil und das Gelingen der Saat wahrscheinlich sei, so könne man auf einem empfänglichen Boden die Saat vorziehen; ferner auf sehr steinigem, flachgründigem, mit Wurzeln 2c. durchzogenen Boden, wenn der Boden bald mit Holzpflanzen bedeckt werden solle, wenn man ein Samenjahr vollkommen ausnutzen und Pflanzen zum Versetzen erziehen wolle, bei Mangel an Arbeitskräften, beim Anbau von Holzarten mit langen Pfahlwurzeln und in Gegenden, in denen der Ertrag der ersten Durchforstung hohen Wert habe.

Nach Stumpf ist gleichfalls nach ziemlich allgemeiner Ansicht der Pflanzung der Vorzug vor der Saat zu geben. Für die Anwendbarkeit der Saat wiederholt Stumpf die von Pfeil und Gwinner erwähnten Fälle.

Auch Jäger nimmt den gleichen Standpunkt ein. Er betont namentlich den Gewinn eines mehrjährigen Zuwachses durch die Pflanzung und die Sicherheit des Gelingens, weil in trockenen Sommern die Saaten stets zuerst verderben, bevor die Pflanzungen, die in den tieferen Bodenschichten noch ausreichende Feuchtigkeit finden, an die Reihe kommen.

Karl Heyer tritt entschieden für die allgemeine Anwendung der Pflanzung ein. Er empfiehlt die Saat nur für sehr steinigen Boden und für Umwandlungen größerer Bestände in Holzarten, die in ihrer Jugend schutzbedürftig sind.

Karl Fischbach empfiehlt die Saat für die Eiche und Weißtanne, weil diese Holzarten nicht gut und nur mit erheblichen Kosten verpflanzt werden können. Im Gegensatz zu Heyer 2c. will er die steinigen, felsigen, mageren Böden durch Pflanzung in Kultur bringen; er will auch die empfindlichsten Holzarten nicht gesäet, sondern gepflanzt haben.

Karl Gayer glaubt dagegen, daß die Pflanzung auf un-

günstigen, schwierigen Standorten, dagegen die Saat oft auf Böden mittlerer Konsistenz und Feuchtigkeit Vorzüge habe. Notwendig werde die Saat auf felsigen und mit Geröll, Felsbrocken rc. bedeckten Böden. Sie sei unter Schirmbeständen nicht selten empfehlenswert. Im übrigen betont Gayer, daß die Pflanzbestände in Hinsicht des Höhenwuchses und der Gesamtmassenproduktion den Saatbeständen entschieden überlegen seien.

Heinrich Burckhardt empfiehlt für die Eiche in erster Linie die Saat. Die Rotbuche soll zwar zumeist natürlich verjüngt und nicht auf Kahlschläge angepflanzt werden: „Demungeachtet hat auch die Pflanzung ihr Feld und man muß von manchen Fällen sagen, daß mit ihr weiter zu kommen ist, als mit Natur- und Handsaat, daß sie sicherer anschlägt und schneller zum Ziele führt, als diese, auch für gewisse Fälle allein nur übrig bleibt; sie beginnt nicht selten da, wo Natur- und Handsaat nicht mehr hinreichen.“ Bezüglich der Kiefer antworte die Praxis auf die Frage, ob Saat oder Pflanzung, mit der Thatsache, „daß die Kiefernpflanzkultur von Jahr zu Jahr sich erweitert, dagegen die Saatkultur mehr und mehr an Terrain verloren hat.“ In den Fichtenwaldungen Hannovers stehe die Kahlschlagwirtschaft mit Pflanzkultur obenan. Auch bei der Lärche stehe die Pflanzung im Vordergrund.

Hiernach kann wohl hinsichtlich der größeren Leistungsfähigkeit der Pflanzung im Vergleich mit der Holzsaat kein Zweifel obwalten.

2) Die Bodenbearbeitung.

Im zweiten Abschnitt habe ich die Wirkungen einer durchgreifenden und allseitigen Lockerung des Waldbodens ausführlich erörtert und konnte nur lebhaft bedauern, daß dieselbe des Kostenaufwands halber nicht die wünschenswerte, allgemeine Verbreitung im forstlichen Verjüngungsbetriebe finden kann — auf allen Böden, die nicht schon locker, tiefgründig, frisch und humusreich sind. Indessen kann der Forstmann in vielen Fällen die tiefe Lockerung der gesamten Verjüngungsfläche erreichen. In bevölkerten Gegenden mit Mangel von gutem Feldboden kann derselbe den Fruchtbau im Walde, den ich im dreizehnten Abschnitt gesondert erörtern werde, benutzen. In ebenen und wenig geneigten Lagen läßt sich auch ohne Fruchtnutzung diese Lockerung durch die

Anwendung des Pfluges, der durch Tiere oder durch Dampfkraft bewegt wird, erreichen. Leider sind über die Kosten und die Erfolge scharf vergleichende Untersuchungen nicht vorgenommen worden.

a. Der Umbruch und die Lockerung der gesamten Verjüngungsfläche.

Der Umbruch und die Lockerung der Verjüngungsfläche wird am billigsten und genügend gründlich durch das Umpflügen desselben erreicht. Man hat hierbei das Umpflügen mit dem gewöhnlichen Waldpflug und mit dem Untergrundpflug zu unterscheiden.

Der Waldpflug ist auf beiden Seiten mit Streichbrettern versehen, während der Ackerpflug nur ein Streichbrett hat. Man erreicht mit diesem Waldpflug in der Regel eine Lockerung von 15—20 cm Tiefe. Derselb durchschneidet im Boden steckende Wurzeln von 5—6 cm mit Leichtigkeit.

Der Alemannsche Waldpflug ist ein hölzerner Räderpflug und 145 kg schwer. Derselbe wirft Furchen von 45 cm Breite und 20 cm Tiefe und klappt die Furchenschnitte nach beiden Seiten um. Bei vierpferdiger Bespannung kann man in 8 Stunden eine Fläche von 1,9 ha umpflügen. (Preis 96 M., zu beziehen durch die kgl. preußische Oberförsterei Altenplatow, Provinz Sachsen.)

Der Eckertsche Waldpflug ist ein ganz aus Eisen gebauter Räderpflug und 122 kg schwer. Derselbe wirft Furchen von 20 cm Tiefe und 45 cm Breite, durchschneidet fast armdicke Wurzeln mit Leichtigkeit und hat die gleiche Gesamtleistung, wie der Alemannsche Pflug. (Preis 115 M., zu beziehen von der Eckertschen Aktiengesellschaft in Berlin).

Der Rüdersdorfer Waldpflug ist ein hölzerner, zweisterziger Schwingpflug und wiegt nur 95 kg. Derselbe wirft mehr ebene Furchen von der oben genannten Tiefe und Breite auf und klappt dieselben sicher um. Die Leistung ist indessen etwas geringer, als bei den vorher genannten Pflügen. (Preis 78 M., zu beziehen durch die kgl. Oberförsterei Rüdersdorf bei Berlin.)

Der Erdmannsche Waldpflug ist ein schwerer, schlank gebauter, hölzerner Räderpflug (wiegt 175 kg). Die Streichbretter sind verstellbar. Er wird mit zwei Pferden bespannt und leistet 0,90 ha per Tagschicht. (Der Preis des vollständigen Pflugs wird auf 257 M. angegeben; derselbe ist durch Vermittelung der darmstädtischen Forstbeamten zu beziehen.)

Der Kostenaufwand beim Pflügen ist natürlich sehr verschieden nach der Bodenbeschaffenheit und nach den örtlichen Lohnsätzen.

In früherer Zeit verwendete man gewöhnliche Ackerpflüge. Georg Ludwig Hartig beziffert 1826 die Kosten der vollen Umpflügung eines Stoppelfeldes oder moosigen, kurzen Angers unter Annahme eines Taglohnssatzes von 60 Pf. für 9stündige Arbeit und einer Ausgabe von 3,75 bis 4 M. für die Tagesarbeit eines

mit zwei Pferden bespannten Pfluges auf 8,80 M. per Hektar für lockeren und leichten Boden und auf 10,80 M. per Hektar für Lehmboden.

In der Landwirtschaft rechnet man für das Pflügen bei 15—18 cm Tiefe, wenn man (bei Bedienung von 1 Knecht) 1 Knechtstag zu 1 M. 80 Pf. und 1 Pferdstag zu 2 M. annimmt, 17 M. 40 Pf. per Hektar (3 Tage).

Zwei kräftige Ochsen und ein Mann brauchen für schweren (jedoch nicht steinigen) und wurzelreinen Waldboden nach Jäger 4 Tage per Hektar, im Sandboden nur die Hälfte der Zeit.

In Hannover kostet nach Burckhardt das volle Umpflügen auf 15—19 cm Tiefe mit derben Feldpflügen oder gewöhnlichen Schwingpflügen und das Ueber-eggen im nächsten Frühjahr 28,6 bis 34,4 M. per Hektar.

Viel wirksamer ist offenbar die Tiefkultur mit dem Untergrundspflug. Es ist, wie wir sehen werden, die Vermutung gestattet, daß diese Tiefkultur in der Zukunft auch bei der Waldwirtschaft, wenn die Lage nicht zu stark coupiert und der Boden nicht sehr flachgründig, steinig und felsig ist, eine weitgehende Verbreitung finden wird — vorausgesetzt, daß die Forstwirte den Kostenaufwand mit dem Erfolge durch komparative Versuche feststellen*).

---

*) Ich habe schon im zweiten Abschnitt (S. 72) die hervorragenden Wirkungen der gründlichen Bodenlockerung auf den Holzwuchs an vielen Beispielen gezeigt und namentlich die vergleichende und darum beweisfähige Untersuchung Karl Fischbachs betont. Nach diesen Beispielen konnte man ungefähr einen Gewinn von 1 Festmeter per Hektar und Jahr bei einer sehr geringen Bodenkraft annehmen. Da nun der Festmeter Jahreszuwachs für die Nutzholzproduktion mindestens mit 12 M. anzuschlagen ist und dieser höhere Ertrag bei der Nachhaltwirtschaft gleich bezogen werden kann (die Preßlersche Kalkulation der Kulturkosten ist für den jährlichen Betrieb ebenso unrichtig, wie die Kalkulation der Nutzeffekte überhaupt), so würde eine Mehrausgabe von 240 M. eine fünfprozentige Verzinsung finden.

Die günstigen Wirkungen der Tiefkultur in Hannover hat schon Burckhardt besonders betont. Sie gehen indessen, wie ich nachträglich bemerke, vollkommen beweiskräftig aus folgenden vergleichenden Untersuchungen in der Oberförsterei Nienburg bei Hannover hervor, die auf gleichem Boden vorgenommen wurde.

a. Eggesaaten auf 30—80 cm tiefen, grauen Sand, nachdem eine ganz schwache Decke des Bodenüberzugs entfernt war:

Kosten mit Samen und Nachbesserungen 45,68 M. per Hektar.

12jähriger Bestand kümmerlich mit starker, äußerst struppiger Heide, Nachbesserung mit gründlicher Bodenbearbeitung unerläßlich, Höhe des Mittelstammes 2,2—2,3 m, Durchmesser desselben 2,3—2,8 cm.

b. Riolstreifen, 1,8 m breit und 1,8 m entfernt, Kosten der Bodenbear-

Mit besonderem Nachdruck muß man jedoch hinsichtlich dieser Tiefkultur betonen, daß die volle Wirkung nur dann erreicht werden kann, wenn der Unkrautwuchs so lange zurückgehalten wird, bis die Holzpflanzen den Boden beschatten. Zeigt sich Unkraut, so sind die Zwischenräume zwischen den Pflanzen zu behacken, was höchstens ein- oder zweimal notwendig werden wird.

Die bekanntesten Untergrundspflüge sind der Eckertsche (ein Radstelzpflug mit einem scharfen Meißel aus Gußstahl, Preis 48 M.), der (im Tiefgang gegen den vorigen zurückbleibende) Alemannsche (ein hölzerner, einsterziger Stelzpflug, Preis 54 M.) und der in der Lüneburger Gegend gebräuchliche Untergrundspflug (ein Schwingpflug, der bis 45—60 cm in den Boden eingreift).

In neuerer Zeit hat man zu forstlichen Zwecken den Gar-

---

beitung und Pflanzung mit ca. 7000 Stück per Hektar 173 M. per Hektar, Boden mit 8—15 cm mächtiger Ortsteinschicht in 35—50 cm Tiefe.

13jähriger Bestand mit guter Humusschicht, keine Heide, äußerst wüchsig, vollständiger Schluß. Höhe des Mittelstammes 1,2—5,2 m, Durchmesser desselben 5,8—6,0 cm.

c. Rabattenkultur, 3,5 m breit mit 1,2 m breiten Gräben, Kosten der Bodenbearbeitung und Kiefernpflanzung mit 1,2 m Pflanzweite (3520 Stück per Hektar) 153 M.

13jähriger Bestand, Wuchs und Schluß ganz vorzüglich, gute Humusschicht, keine Heide, Höhe des Mittelstammes 5,75 m, Durchmesser desselben 7,00 cm.

Somit überall die doppelte Höhe und der doppelte Durchmesser der Stämme. Der Produktionsunterschied zwischen Saat und Pflanzung kann das Ergebnis zwar beeinflußt haben, jedoch nicht ausschlaggebend. In derselben Oberförsterei Nienburg wurden 40—45jährige Saat- und Pflanzbestände, gleichfalls Kiefern, auf ein und demselben Standort (Diluvialsand) untersucht. Sie ergaben in Uebereinstimmung mit den im sechsten Abschnitt mitgeteilten Untersuchungsergebnissen per Hektar:

Saat, Stammzahl	2416	Stück
Pflanzung	1808	„
Saat, Stammgrundfläche	28,6	qm
Pflanzung	34,3	„
Saat, mittlerer Durchmesser	12,3	cm
Pflanzung, „ „	15,6	„
Saat, Mittelhöhe	13,6	m
Pflanzung, „	13,6	„
Saat, Holzmasse	183	Festm.
Pflanzung, „	220	„

towschen und Riebeckschen Dampfpflug*), mit zwei Lokomotiven durch Drahtseile verbunden, benutzt. (Anschaffungspreis circa 46000 M.)

John Fowler in Magdeburg übernimmt das Pflügen mit eigenen Maschinen und Arbeitern, fordert aber hohe Sätze (meist 100 M. per Hektar). Ein genügender Wasserbezug muß gesichert sein**). Die Kosten sind natürlich nach der Bodenbeschaffenheit sehr verschieden. Für Ackerfeld stellen sich nach den Untersuchungen der Zuckerfabrik Waghäusel die Selbstkosten (inkl. Amortisation, Verzinsung und Reparatur) bei einer Tiefe von 36 cm höchsten Falls 32 M. per Hektar, während die Kosten bei Verwendung von 4 Pferden (3 Tage und 2 Knechtstage per Hektar) nach den oben angegebenen Lohnsätzen 34 M. 80 Pf. betragen. Für Waldboden werden die Kosten je nach der Tiefe und der Zahl der Schare zwischen 60 und 100 M. per Hektar schwanken. Dieses Dampfpflügen ist vorzugsweise angewendet worden, wenn Ortstein im Untergrund zu durchbrechen war. Die volle Bearbeitung von Ortsteinboden bis zu einer Tiefe von 50 cm hat in Hannover (Mariensee) 90 M. per Hektar gekostet. In der Gegend von Meppen stellen sich die Betriebskosten der Tiefkultur bis zu 80 cm (und mittels des Grubbers noch tiefer), in einem durch die Länge der Zeit verdichteten und vernäßten, mit harten Zwischenlagen versehenen Boden (1875) auf 74,87 M., im ganzen bis jetzt für 2600 ha auf 92 M. per Hektar mit 5% Zinsen und 10% Amortisation.

Das Tiefpflügen im Ortsteinboden mit Pferden mit einem Vorpfluge (4 Pferde), einem amerikanischen Schwingpfluge (8—10 Pferde) und einer Tiefe von 50—60 cm hat in Hannover, wie Quant-Faslem berichtet, bei sehr unebenem Terrain, holziger, hoher Heide auf 120 ha 68 M. per Hektar gekostet. Dabei wurden 26 m breite Beete zwischen 1,4 m breiten Streifen gepflügt.

Wenn man erwägt, daß die Ballenpflanzung und Löcherpflanzung von 3—4jährigen Fichten nach den veröffentlichten Nachrichten (z. B. von Gayer nachgewiesen) sehr oft 60—120 M. per Hektar kostet***), so wird in der Zukunft bei Verjüngungsflächen, die dem Pfluge zugänglich sind, bevor für verheidete, verhärtete, an der Oberfläche durch Streunutzung &c. trocken gewordene Böden (nicht

---

*) Der Riebecksche Pflug hat sich bei den Ortsteinkulturen am meisten bewährt. Der Garlowsche Pflug lockert bei zähem Untergrundsboden nicht genügend.

**) Die Angaben über den Wasserverbrauch in der Forstlitteratur sind nicht übereinstimmend. John Fowler teilt mir brieflich mit, daß bei schweren Tiefekulturen mittels des Fowlerschen Zweimaschinensystems ca. 2000 l per Hektar erforderlich sind. Da nach den Erfahrungen in Hannover täglich 1½—2 ha für volles Umpflügen zu rechnen sein werden, so wird sich der Tagesverbrauch auf ca. 30—40 hl stellen.

***) Den thatsächlichen Kulturkostenaufwand werde ich ad 8 für mehrere Staatsforstverwaltungen Deutschlands zu ermitteln suchen.

steinig und felsig, sehr flachgründig 2c.) eine Kulturkostenausgabe von mehr als 50 M. per Hektar bewilligt wird, zu untersuchen sein, ob die Tiefkultur mit dem Untergrundspfluge (in wasserreichen Gegenden und für größere Flächen mit Dampfbetrieb) örtlich ausführbar und vorzuziehen ist. Denn die Bepflanzung der gelockerten Flächen wird (inkl. Pflanzenerziehung und Transport) kaum eine Ausgabe von 12—15 M. per Hektar erfordern.

Ueber die Bearbeitung der vollen Kulturfläche mit Hacke und Spaten habe ich schon im zweiten Abschnitt (Seite 73) mitgeteilt, daß in Virnheim (Diluvialsand) die Bodenlockerung auf 37—38 cm Tiefe 82 M. 29 Pf. per Hektar für die dort angegebenen Taglohnsätze zu stehen kommt, daß das Umspaten eines grobkörnigen, mit Quarzkieslagen durchzogenen Sandbodens auf 1 Fuß (32 cm) Tiefe an der holländischen Grenze bei Emmerich 69 M. (vor 25 Jahren) gekostet hat (neuerdings gegen 102 M.).

Jäger beziffert den Arbeitsaufwand beim Umbruch des Bodens, wie zum Fruchtbau, auf 78—118 Tage. Auf dem Diluvialsand in der Nähe des Rheins kostete 1875 das Umroden bis auf 37—38 cm Tiefe bei dem hohen Taglohnsatz von 2,40 M. für Männer und 1,20 M. für Frauen nach 7jährigem Durchschnitt 226,29 M. per Hektar.

Heß gibt die Kosten für 24—36 cm tiefes Rajolen bei einem Taglohn von 90 Pf. bis 1 M. auf 126 M. unter günstigen und 378 M. unter ungünstigen Verhältnissen an.

Von der Lockerung mit Hacke und Spaten wird nur beim Waldfeldbau und bei der Anlage von Saat- und Pflanzschulen Gebrauch gemacht werden.

b. Die Lockerung eines Teils der Verjüngungsfläche (streifenweises Pflügen, Bodenvorbereitung für die Riefen-, Plätze- und Löchersaat und die Pflanzung 2c.).

Es ist leicht einzusehen, daß die partielle Bearbeitung des Bodens, die größere Bodenteile zwischen den bearbeiteten Stellen unbearbeitet liegen läßt, in der Wirkung hinsichtlich der Erhaltung des Wassergehalts 2c. weit zurückstehen wird gegen die Lockerung der Gesamtfläche. Auf den unbearbeiteten Zwischenstreifen werden sich alsbald Gräser, Heide- und Heidelbeerkräuter u. s. w. ansiedeln und den Boden derselben gründlich austrocknen. Nun strömt aber das Wasser unaufhörlich im Boden; die mittlere Strömungsgeschwindigkeit beträgt nach den Untersuchungen in Budapest in 24 Stunden 53 m, also in der Stunde mehr als 2 m. Wenn der Boden auf den ungelockerten Stellen trocken wird, so werden die Boden-

körner in den gelockerten Bodenteilen die umhüllende Wasserschicht verlieren, indem sich molekulares Gleichgewicht herstellt. Da aber, wie wir gesehen haben, der Unkrautwuchs auf einem festen Boden den letzteren stärker austrocknet, als die Holzpflanzen und die Unkräuter auf gelockertem Boden diesen letzteren Boden, so ist klar, daß die Lockerung den Wassergehalt auf den gelockerten Streifen und Platten nicht in gleicher Weise erhalten kann, als der vollständige Umbruch der Gesamtfläche. Die Lockerung des Waldbodens, die sich auf Riefen, Platten 2c. beschränkt, wird in erster Linie das Anwurzeln der Keimlinge und Pflänzlinge erleichtern, indem sie den Feinerdegehalt vermehrt. Sie wird ferner den Unkrautwuchs in der unmittelbaren Umgebung der Pflanzen zurückhalten. Aber die Wirkung auf die Erhöhung des Wassergehalts wird durch den geschilderten Vorgang wesentlich beeinträchtigt werden.

Die Bodenbearbeitung, die nur einen Teil der Kulturfläche umfaßt, greift am weitesten bei der Pflugkultur mit und ohne Untergrundspflug. Man hat sie statt der vollen Bodenbearbeitung wegen der Kostenersparung gewählt; allein es ist im konkreten Falle (wenn der Boden nicht kraftlos ist) stets zu untersuchen, ob bei voller Kultur ein- oder zweijähriger Fruchtbau (namentlich Hafer und Kartoffeln) den Mehraufwand an Beackerungskosten zu ersetzen vermag.

Das Pflügen von Streifen mit Tiefkultur wird in Hannover vielfach angewendet.

Ein als Grundpflug wirkender Schwingpflug bewegt sich dabei in der Furche eines Vorpflugs, eines derben Feldpflugs. Es wechseln hierbei 36—44 cm tief gepflügte Streifen mit einer Breite von 2,34 M. mit ungepflügten, 1,75 M. breiten Streifen ab. Die Kosten stellen sich bei 44 cm Tiefe auf 34—40 M. per Hektar (für die gesamte Kulturfläche berechnet). (Bei den Akkordsätzen für Dampfkultur wird kein Unterschied für streifenweises und totales Pflügen gemacht.)

Das Pflügen von 1 m breiten, 1,25 m voneinander entfernten Streifen mit einem gewöhnlichen Feldpfluge ohne Tiefkultur erfordert per Hektar unter mittleren Verhältnissen 1—2,5 Gespanntage (2 Pferde und 1 Führer), somit ca. 9—23 M. Werden nur Einzelfurchen mit einer Entfernung von 0,6—1,2 m mit dem Waldpfluge gepflügt, so sind 1—2 Gespanntage erforderlich. Ein weiterer Gespannstag ist notwendig, wenn diese Furchen mit dem Untergrundspfluge gelockert und vertieft werden.

In der Oberforsterei Hoyerswerda in der preußischen Lausitz

läßt man im Herbst mit dem böhmischen Pfluge, der 21 cm tief geht, 3 Furchen so zusammenwerfen, daß hierdurch erhöhte Beete entstehen, zwischen denen ein Streifen von 31 cm Breite liegen bleibt und von Mitte zu Mitte der Beete die Entfernung 1,6 m beträgt.

Im Spätherbst oder Frühjahr werden in diese Beete Löcher behufs Bepflanzung mit dem Eisen eingegraben, die 31 cm im Quadrat messen, 55 bis 63 cm tief sind und 78—94 cm entfernt stehen. Das Pflügen kostet, nachdem die Stöcke und Heideüberzug entfernt worden ist, 25 M., das Löchermachen 28 M. (Burckhardt gibt zusammen 47 M. an.)

Heinrich Cotta hat zwei verschiedene Arten der Bodenbearbeitung in Vorschlag gebracht — das Muldenhacken und die Grabenkultur. Aber die Kosten sind so hoch (für die Grabenkultur beziffert dieselben Cotta bei den damaligen Arbeitslöhnen auf 97 M. per Hektar), daß die Anwendung selbst für verwilderte und schlechte Böden nicht empfehlenswert ist.

Im übrigen wird die partielle Bearbeitung des Bodens durch Hacken von Streifen, Platten und durch Einfüllen von Erde in Saatstellen (auf felsigem oder steinigem Boden) vorgenommen.

Die Streifen werden in der Regel an Bergwänden horizontal in Längen von 0,6—1,3 m geführt, die Unterbrechung beträgt gewöhnlich 0,3 m (sog. Stückrinnen). Zuweilen werden auch die Streifen nicht unterbrochen. Der gegenseitige Abstand der Streifen richtet sich nach der Schnellwüchsigkeit der Holzarten; das gewöhnliche Maß schwankt zwischen 1 und 1,5 m. Die Breite der Streifen richtet sich hauptsächlich nach dem Unkrautwuchs; bei kurzem Gras genügen 8—16 cm breite Riefen, Rinnen und Rillen; die gewöhnliche Breite beträgt 30—50 cm. Die Streifen werden teils gepflügt (Kostenangabe siehe oben), teils gehackt. Im letzteren Falle kann man als ungefähre Durchschnittssätze bei 0,3 m breiten Streifen in 1,25 m Entfernung für Hacken 16—23 Arbeitstage (Männer) und für Auflockern gleichfalls 16—23 Mannstagelöhne, dagegen für das Anfertigen schmaler Rillen von 5—8 cm Tiefe und 1,25 m Abstand 12—16 Tagelöhne per Hektar rechnen.

Die Platten schwanken in der Größe zwischen 0,04 und 0,25 qm (20—50 cm Seitenlänge des Quadrats) und einer Ent-

fernung von 1,0—1,5 m. Der Arbeitsaufwand wird bei einer Bearbeitung von $^{1}/_{25}$ der Fläche 8—12 Arbeitstage per Hektar betragen.

In *steinigen Böden* werden in der Regel *Löcher* von 5—8 cm Tiefe und 8—10 cm Weite mit Erde ausgefüllt. Hierzu werden 8—20 Tagelöhne per Hektar erforderlich werden, bei schwierigen Verhältnissen und weitem Erdtransport noch viel mehr.

Zu diesen Arbeiten gebraucht man sehr mannigfache *Werkzeuge*. Am meisten leistet der Pflug, wo die Pflugkultur verwendbar ist. *Spaten* werden beim Waldfeldbau und dem Umbruch des Bodens zu Forstgärten angewendet. Sie bestehen teils ganz aus Eisen, teils aus Eisen und Holz.

Der eiserne Spaten in der zweckmäßigsten Form kann von Georg Unverzagt in Gießen zum Preise von 2,5 Mark bezogen werden. Den Wetterauer Spaten (Holz und Blech) liefert derselbe zum Preis von 3 M. Der Alemannische Spaten (mit Stahlblech) wird vom Schmiedmeister W. Gareiß in Genthin, Prov. Sachsen, zum Preise von 3—4 M. bezogen.

Die angewendeten *Hacken* (Breithacken, gewöhnliche Hacken, Spitz- und Rodehacken) haben so verschiedenartige Formen, daß die Beschreibung derselben zu weit führen würde. Zudem sind über die Leistungsfähigkeit bis jetzt ausreichende, vergleichende Versuche nicht vorgenommen worden. Die Werkzeuge, an deren Gebrauch die Arbeiter gewöhnt sind, werden stets zu bevorzugen sein. Das Gleiche gilt für die *Rechen*, die man zur Zerkleinerung des Bodens der Riefen, Platten 2c. verwendet.

c. *Das oberflächliche Aufkratzen des Bodens.*

Am meisten leistungsfähig sind die Eggen — namentlich die *schottische Gliederegge* (zu beziehen von J. und B. Howard in Bedford in England zum Preise von 50—100 M., 51—178 kg schwer) und die *Kettenegge* (zu beziehen von der Eckertschen Aktiengesellschaft in Berlin, Preis 168 M.). Auf ebenen Böden werden auch die *Krümmer* anwendbar sein (Eckerts viereckiger Krümmer hat 15 Füße, wiegt 60 kg, kostet 50 M. und bearbeitet mit drei Pferden bei 1,3 m Arbeitsbreite und 12—16 cm Arbeitstiefe in 10 Stunden 1 $^{1}/_{2}$—2 ha). Außerdem ist die *Seebach'sche Häckelhacke* (Preis 2 M., Oberförsterei Uslar), der *Sollinger Waldrechen* (Preis 3 M., daselbst) und der *hessische Kulturrechen* empfehlenswert.

d. Die Behandlung abnormer Bodenzustände.

Am häufigsten wird beim Verjüngungsbetrieb die Entwässerung eines sehr nassen und sumpfigen Bodens in Betracht kommen, die im Walde gewöhnlich durch offene Gräben bewerkstelligt wird.

Man unterscheidet Sauggräben und Abzugsgräben und stellt zuweilen den Zusammenhang zwischen Saug- und Abzugsgräben durch Verbindungsgräben her. Die Sauggräben werden möglichst nahe an den Ursprung der Versumpfung gelegt. Sie sind so anzulegen, daß sie mit der Richtung des Wasserlaufes einen mehr oder weniger spitzigen Winkel bilden. Die Abzugs- und Verbindungsgräben folgen jedoch der Richtung des Wasserabflusses. Bei größeren Entwässerungen wird die Fläche nivelliert, auf der Karte Horizontalkurven eingezeichnet und hierauf gestützt das Netz der Entwässerungsgräben festgestellt. Das Gefäll der Gräben darf folgende Sätze nicht übersteigen, wenn nicht die Grabenanlage durch das Wasser gefährdet werden soll:

Aufgelöste Erde . . .	0,076 m
Fetter Thon	0,152 „
Sand	0,305 „
Kies	0,609 „
Kieselsteine	0,914 „
Eckige Steine	1,220 „
Geschichteter Felsen . .	1,840 „
Harter Felsen	3,050 „

Die Böschung der Grabenwände bestimmt man für Torf viertel- und halbmetrig, für Thon und strengen Lehm einmetrig, für sandigen Lehm anderthalbmetrig (für Sand wird sogar eine zwei- bis dreimetrige Böschung für angemessen erachtet), indem man die Höhe des Grabens mit diesen Sätzen multipliziert, das Resultat verdoppelt und hiernach die Differenz zwischen der oberen Oeffnung und der Sohlenbreite feststellt. (Bei halbmetriger Böschung und einer Höhe von 40 cm ist z. B. die Differenz 40 cm und sonach bei einer Sohlenbreite von 0,25 m die obere Oeffnung 65 cm breit.) Die Tiefe und die Entfernung der Gräben kann nicht allgemein normiert, sondern muß durch örtliche Untersuchungen bestimmt werden. Die Kosten des Grabenbaues schwanken gleichfalls nach der Bodenbeschaffenheit; man rechnet gewöhnlich für das Losgraben und Auswerfen von 1 cbm

bei Sand . .	0,10 Tagesschichten
„ Lehm . .	0,15 „
„ Thon . .	0,20 „

und für das Abböschen per Quadratmeter 0,01—0,025 Tagesschichten. (Der Judeichsche Forstkalender enthält genaue Kostenangaben.)

Wenn sich das Wasser nicht ableiten läßt, so werden Rabatten oder Hügel aufgeworfen. Die Kosten für das Losgraben und

Auswerfen der Erde kann man nach den eben mitgeteilten Sätzen berechnen; für das Formieren der Hügel rechnet man gewöhnlich, wenn die Erde 3—4 m weiter zu transportieren ist, 0,064 Taglöhne per Kubikmeter.

Die forstliche Kultur des Torf- und Moorbodens ist sehr schwierig und unsicher.

Hochmoore mit mächtigen Torflagern werden ohne Abräumung des Torfes bis zum Grunde dem forstlichen Anbau stets beträchtliche Hindernisse in den Weg stellen. Nach Abräumung läßt man, wenn Wasseransammlung nicht zu befürchten ist, eine Torfschwarte sitzen, vermengt die Beete mit anderen Torfrückständen und mit Mineralboden. Man kann dann gute Holzbestände von Fichten und Kiefern, selbst Eichen erziehen. Wenn der Torf eine geringere Schicht bildet, so entwässert man denselben, wobei ein Gefäll von 2000 : 1 schon günstig ist und oft 6000 : 1, selbst 8000 : 1 benutzt werden muß. Die mit Heide und Heidegewürzel durchzogene obere Erde wird hierauf verbrannt, Buchweizen einige Jahre gebaut und hierauf werden Kiefern, Fichten, auch Eichen, selbst Eschen und Ulmen in der Regel in gemischten Beständen durch Spaltpflanzung angebaut.

Wenn die Torfschicht nicht stark ist, so kann man auch schmale Beete bilden, indem man 1,0—1,25 weite Gräben so tief einstechen läßt, daß thunlichst Mineralerde (Sand) gewonnen wird. Dieser Sand bildet eine 4 Zoll starke Decke und bleibt mit der Moorerde möglichst unvermischt, indem er den Träger des Pflanzenwuchses bildet. Derartige Kulturen sollen sicher gedeihen.

Für die Forstkultur auf Moorboden ist die Heide der gefährlichste Feind. Man kann deshalb die Brandkultur] mit Heidekornbau und zwar oft noch ein Jahr länger gestatten, als es sonst bei den geringen Mineralstoffvorräten in diesem Boden dem Holzwuchs nützlich sein würde.

Wenn der Boden Raseneisenstein oder Ortsstein im Untergrunde enthält, so wird der Raseneisenstein (Brauneisenstein, Eisenoxydhydrat) mit der Spitzhacke (dem sog. Pickel) und der Rodehacke entfernt, der Ortsstein (80—90 % Quarzsand, durch Heidehumus verkittet, mit nur 2 % Eisenoxyd) durch den Untergrundspflug oder wenn die Schicht zu mächtig ist, mit Spaten, Hacke und Stoßeisen. Das Pflügen ist oben besprochen worden. Die teure Handarbeit in den Gräben nimmt man in der Regel nur streifenweise vor (1,75—2,33 m breit mit unbearbeiteten Balken von 1,75 m wechselnd). Die Kosten betragen 170—180 M. per Hektar.

Ist der Boden mit Rohhumus, Stauberde oder Heide- und Heidelbeerhumus bedeckt, so wird diese Bedeckung, wenn gesäet werden soll, mittels Hacken, Rechen 2c. entfernt, bis der

Mineralboden hervortritt. Die Pflanzung wird dadurch nicht verhindert.

Wenn endlich der Boden aus Flugsand besteht, so bedeckt man im Binnenlande denselben am besten mit Hackreisig, auch mit beasteten Kiefernstangen, mit Kiefernästen, Wacholderbüschen, Heidekraut, Schilf, Seetang, Besenpfriemen 2c. Sind aber Plaggen in genügender Menge zu haben, so sind sie allen anderen Deckmitteln vorzuziehen; die Deckung (mit der Erdseite auf den Boden angelegt und fest angedrückt) erfolgt im Herbst. Wenn Plagge an Plagge gelegt wird, so sind 200, bei teilweiser Deckung 80—100 Tagelöhne per Hektar erforderlich. Die Holzkultur erfolgt bei Deckung mit Hackreisig 2c. sofort, bei Deckung mit Plaggen nach 1 bis 2 Jahren.

Die Bindung der Dünen an den Seeküsten durch Zäune von Strauchwerk unmittelbar am Meer in Entfernung von 2 m und bis zu einer Höhe von 3 m über den gewöhnlichen Wasserstand und Befestigung dieser Vordünen und der Hauptdünen mit Sandrohr (Sandroggen, Halm, Arundo arenaria L.) und Sandfaser (Sandhaargras, Elymus arenarius L.) erfordert nach Wessely 167—346 Handtagelöhne per Hektar.

Die Kultivierung der an der Oberfläche verhärteten Böden hat man durch Aufschüttung von kleinen Erdhügeln mit und ohne Deckung derselben durch Rasen versucht. Wir werden diese Kulturart unten bei der Hügelpflanzung kennen lernen.

3) Beschaffung und Prüfung des Samens.

Die Eicheln reifen im Spätherbst (die Eicheln der Cerreiche erst nach 18 Monaten). Man erkennt die Arten am Fruchtgehäuse; die Becher der Stieleicheln sitzen an langen Stielen, die Becher der Traubeneiche und der Cerreiche sind stiellos, bei der Cerreiche außerhalb mit Krautstacheln dicht besetzt. Die nackten Nüsse lassen sich nicht leicht voneinander unterscheiden. Unter den zuerst abfallenden Eicheln befinden sich gewöhnlich viele taube und wurmstichige.

Die Bucheln (Eckern) fallen gleichfalls im Spätherbst, teilweise nach Abfall des Laubes zu Boden. Man reinigt die zusammengekehrten Bucheln durch zwei Siebe, von denen das eine weitere, das andere engere Maschen hat, als die Bucheln groß sind und reinigt sie schließlich durch Werfen auf einer Scheuertenne.

Der Hainbuchensame wird bald nach dem Abfall der Blätter im Spätherbst gewonnen. Man befreit denselben von den großen Deckschuppen, indem man denselben zwischen den Händen reibt und die Schuppen von den Körnern durch ein Sieb absondert.

Der Birkensame (vielfach taub) reift von August bis zum Oktober. Er muß bald gesammelt und zur Verhütung der Erhitzung mit Laub gemischt werden.

Aus den Zäpfchen der Schwarzerle fliegt der Same von Dezember bis zum Frühjahr aus.

Der Same der Esche bleibt bis in den Winter hinein hängen; man bricht denselben nach Abfall der Blätter.

Der Same der drei Ahornarten reift im Herbst; der Same des Spitzahorn fliegt am frühesten ab, während der Same des Bergahorn bis zum Winter hängen bleibt. Die Flügel des Bergahorn, dessen Flügelfrüchte an Trieben sitzen, stehen am meisten aufwärts, die Hülle des Samenkorns tritt beiderseits mit halbkugeliger Wölbung hervor, während diese Hülle beim Spitz- und Feldahorn glatt ist. Die Flügel des Feldahorn stehen ganz wagerecht, die Flügel des Spitzahorn etwas mehr aufrecht.

Die Früchte der Feldulme und Korkulme sitzen in kurzgestielten Knäueln, sind am Rande kahl, reifen im Juni, die der Flatterulme sind länger gestielt, am Rande gewimpert und reifen 3—4 Wochen später. In manchen Jahren sind alle Früchte taub und kernlos; man muß den Samen bald nach der Reife abpflücken und mit Laub untermischen.

Die Zapfen der Weißtanne reifen im September und Oktober. Sie sitzen an den Gipfelästen aufrecht und sind schwer zu brechen.

Die Fichtenzapfen reifen im Herbst und werden bis gegen März gebrochen.

Die Lärchenzäpfchen reifen gleichfalls im nächsten Herbst und werden im Nachwinter gebrochen. An warmen, windstillen und trockenen Frühjahrstagen kann man auch viel guten Samen mittels Rütteln schwacher Lärchenstämme auf Tüchern auffangen. Die Lärche trägt viel tauben Samen.

Die Zapfen der gemeinen Kiefer reifen erst im Herbst des zweiten Jahrs und sitzen am Grunde der jüngsten Triebe.

Der Same fliegt erst im folgenden Frühjahr (also nach zwei Jahren) ab. Man bricht die Zapfen im Nachwinter vor dem Abfliegen.

Die Zapfen der Weymouthskiefer reifen im September des zweiten Herbstes und sind alsbald nach der Reife zu pflücken.

Das Ausklengeln und Entflügeln wird von besonderen Klenganstalten bewirkt und ist selten Aufgabe des praktischen Forstwirts.

Das Aufbewahren der Eicheln und Bucheln geschieht am zweckmäßigsten nach dem Allemannschen Verfahren.

Die vorher gehörig abgetrockneten Eicheln und Bucheln werden 30 cm hoch in einem 2,5—3,0 m breiten und 30 cm tiefen Graben aufgeschüttet, der mit einer leichten Bedachung von Stroh 2c. versehen wird. An dem einen Ende desselben bleibt eine 1—2 m lange Strecke frei, um die Eicheln und Bucheln öfter (ca. 20mal) umschaufeln zu können. Bei längeren Hütten bringt man einige gegenüberstehende Luftlöcher an. Bei eintretender Kälte oder Regenwetter versetzt man den Giebel der Hütte mit einigen Bunden Stroh und stopft die Luftlöcher mit Stroh zu.

Bei anderen Aufbewahrungsarten (und die Zahl derselben ist nicht gering) keimen die Eicheln und Bucheln leicht zu stark oder trocknen zu stark aus; namentlich die Buchel ist gegen Austrocknung empfindlich.

Die übrigen Samen werden am besten in Stuben mit geschlossenen Fenstern und Läden, luftigen Speichern 2c. aufbewahrt; zuerst 5—8 cm hoch aufgeschüttet, täglich 2—3mal gewendet und nach 8—14 Tagen höher aufgeschüttet.

Zur Keimprobe kann man zunächst Blumentöpfe (Topfprobe) benutzen.

Das Bodenloch wird bedeckt, der Grund des Topfes zwei Finger hoch mit Steinchen ausgefüllt, hierauf mit lockerer Gartenerde, der Samen schwach bedeckt und mit einem feucht zu erhaltenden Mooslappen belegt. Man kann auch den unglasierten Topf in mit Wasser gefülltem Untersatz stellen. Man kann ferner den Samen zwischen Flanelllappen oder Filtrierpapier in einen flachen Teller legen und die Lappen (etwa mit dem Zerstäubungsapparat) feucht erhalten (Lappenprobe).

In dem Weiseschen Keimapparat wird die Feuchtigkeit der zwei wollenen Lappen durch ein Wasserglas erhalten, welches auf dem oberen Lappen in einer kreisförmig geöffneten und mit Schlitzen versehenen Gummiplatte steht. Die Schlitze werden vom (umgestürzten) Wasserglase nicht ganz bedeckt und dadurch kann im Glase kein luftverdünnter Raum entstehen. (Preis 3,50 M., zu beziehen vom

Tischlermeister Fleißig in Magdeburg.) Der Nobbesche Keimapparat ist eine Thonplatte mit tellerförmiger Mulde und einem umgebenden, tieferen Wasserkanal, das Wasser dringt durch die poröse Masse des leicht gebrannten Thons in die Mulde ein (Preis 3 M., Bezugsquelle: Buchhandlung von Paul Parey in Berlin). Bei der Ohnesorgschen Flaschenprobe werden die Wollenlappen, in denen der Same eingerollt ist, in den Hals einer halbgefüllten Flasche gesteckt, während ein als Sauglappen dienender Leinwandstreifen in das Wasser taucht.

Beim Ankauf des Samens hat man namentlich auf große und schwere Samenkörner zu sehen und deshalb nach dem Gewicht zu kaufen.

Im großen Durchschnitt wiegen 100 Körner nach der Zusammenstellung von Gayer:

Weißtanne	3,43—4,35	g
Schwarzkiefer . . .	1,83—2,13	„
Weymouthskiefer . .	1,83—1,71	„
Fichte	0,69—0,80	„
Gem. Kiefer . . .	0,62—0,68	„
Lärche	0,53—0,55	„
Stieleiche	201,35—490,00	„
Rotbuche	13,64—16,20	„
Ahorn	bis 10,45	„
Esche	6,54—7,48	„
Hainbuche	4,13—5,42	„
Ulme	0,60	„
Schwarzerle	0,11	„
Birke	0,013	„

Ein Hektoliter wiegt:

Stieleiche	60—80	kg
Traubeneiche	64—68	„
Rotbuche	40—55	„

Bei gut geleiteten Keimproben kann man bei nachfolgenden Keimungsprozenten den Samen als gut bezeichnen:

Gem. Kiefern	70	%
Schwarzkiefern	75	„
Weymouthskiefern	60—70	„
Fichten	75—80	„
Tannen	50—60	„
Lärchen	30—35	„

Eicheln	65 %
Bucheln	50 „
Ahorn	50—60 „
Eschen	65—70 „
Hainbuchen	70 „
Ulmen	45 „
Schwarzerlen	35—40 „
Birken	20—25 „
Akazien	55—60 „

Der **Preis des Samens** bei den mittel- und süddeutschen Samenhandlungen stellt sich nach dem Durchschnitt der Jahre 1878 bis 1881 per Kilogramm (nach Gayer):

Gem. Kiefern . . .	2,60—3,40 M.
Schwarzkiefer . . .	1,70—3,00 „
Weymouthskiefer . .	6,00—10,00 „
Fichten	1,10—2,00 „
Tannen	0,40—1,00 „
Lärchen	1,50—2,24 „
Eicheln	0,20—0,35 „
Bucheln	0,30—0,60 „
Spitzahorn	0,50—0,75 „
Gem. Ahorn . . .	0,40—0,70 „
Eschen	0,30—0,40 „
Hainbuchen	0,40—0,80 „
Ulmen	0,50—1,00 „
Schwarzerle	0,80—1,80 „
Birken	0,50—1,00 „

4) **Aussaat des Samens auf größere Kulturflächen.**

Was zunächst die **Zeit der Aussaat** betrifft, so wird der **Ulmensame** nach der Nachreife im Juni ausgesäet, weil er bis zum Herbst beträchtlich an Keimkraft verlieren würde. Auch der **Birkensame** wird im Sommer gesäet. **Hainbuchen-** und **Eschensamen**, die erst im zweiten Frühjahr auflaufen, schlägt man im Frühjahr (nicht im Herbst) in 30 cm tiefe und ebenso weite Gräbchen 13—16 cm hoch ein, bedeckt denselben mit Stroh 2c., hierauf mit Erde und säet ihn im zweiten Frühjahr aus. Für

den Samen der übrigen Holzarten ist die Frühjahrssaat Regel — an trockenen Orten bald nach Abgang des Schnees, an feuchten Orten zur Zeit des Laubausbruchs der Rotbuche.

Säemaschinen und Werkzeuge zum Unterbringen des Samens, die vielfach sowohl für die Vollsaat, als für die Punktsaat und Löchersaat konstruiert worden sind, lassen sich teils nur auf einem ebenen, lockeren und gut zubereiteten Boden gebrauchen und dabei müssen die Samenkörner rund und gleichmäßig sein, teils ist bei der Stecksaat die Hacke vorzuziehen. Für die Vollsaat, die Riefen- und Plätzesaat bleibt die Handsaat durch zuverlässige, im Säen geübte Arbeiter die Regel. Bei der Vollsaat gehen dieselben in einer Kolonne von 10 bis höchstens 15 Mann 3 Schritte weit voneinander; der Gang der Säer zwischen dem abgesteckten Kolonnengang wird überwacht. Bei der stellenweisen Saat ist zu verhüten, daß kleinere Samen zu dicht ausgesäet werden. Und für die Eichel- und Buchelstecksaat ist die Hacke das geeignetste Werkzeug; man legt in jede Stufe 2—3 Eicheln und Bucheln (bei geringer Güte der letzteren noch mehr).

Da die Bodenzubereitung für die Vollsaat, Riefen-, Plätzesaat ꝛc. schon oben erörtert worden ist, so erübrigt hier nur die Angabe des gewöhnlich verbrauchten Samenquantums. Man hat dasselbe für die Vollsaat beziffert; nach dem Anteil der bei der Riefen-, Plattensaat ꝛc. besäeten Fläche kann man die hierfür nötige Samenmenge berechnen.

(Siehe Tabelle auf Seite 396).

Es würde, wenn der Holzsaat eine Zukunft zu vindizieren wäre, eine genaue, vergleichende Ermittelung des Saatquantums nach der Bodenbeschaffenheit, der Güte des Samens ꝛc. erforderlich werden, denn die Zahlen der Tabelle sind, wie man sieht, hinsichtlich der wichtigsten Holzarten sehr schwankend.

Die Zapfensaat ist nicht empfehlenswert; sie ist teurer, wie die Saat mit ausgeklengtem Samen und wird meistens ungleich, stellenweise zu licht u. s. w.

Kleinere Samen werden mit dem Boden bloß vermengt, bei größeren Samen kann man eine Erdbedeckung von 25 bis 40, höchstens 50 mm wählen. Im speciellen bedürfen die Eicheln eine Bedeckung von 25—40 oder höchstens 50 mm. Die Bucheln vertragen dagegen 15 bis höchstens 30 mm Erdbedeckung,

Die Vollsaatmenge beträgt per Hektar:

Holzart.	Samenmengen nach den Angaben von:				
	H. Cotta.	Gwinner.	Stumpf.	C. Heyer.	Burckhardt.
	Hektoliter.				
Eiche	16	12,3—14,8	16	6,5—8,5	7,1—9,5
Buche	4	6,9	4,3	2,2—3,2	3,6
	Pfunde.				
Eiche	1350	1662—2004	2565	990—1320	1065—1425
Buche	351	668	608	220—320	324
Hainbuche . . .	110	89	99	60—75	104
Esche	98	166	138	75—90	76
Ahorn	130	134	115	90—110	60
Ulme	73	59	49	45—60	70
Erle	20	48	39	35—45	27
Birke	79	89	76	60—75	72
Weißtanne . . .	115	119	99	85	110
Fichte	31	24	20	25—30	23—31
Lärche	41	24	20	30	—
Gemeine Kiefer .	26	24	20	16—19	11—12

Weißtannensamen 6—12 mm, Fichtensamen höchstens 6 mm. Der Kiefernsame braucht nur angetreten zu werden*).

Zu den gewöhnlich angewendeten **Streifen- und Plattensaaten braucht man für das Samenausstreuen und Unterbringen 1½—2 Tagarbeiten per Hektar.** Die **Vollsaat** erfordert bei Eicheln 1⅕ Tagarbeit per Hektar, das Einlegen der Eicheln in Pflugfurchen 4 Frauentagearbeit, das Einstufen der Eicheln mit der Hacke 4 Männer- und 8—12 Kindertagearbeit.

Der Same der gemeinen Kiefer, Schwarzkiefer, Weymouthskiefer und Lärche gebraucht unter normalen Verhältnissen 3 bis 4 Wochen zum **Auflaufen**, der Same der Fichte und Tanne 4—5 Wochen, der Birke 2—3 Wochen, der Ulme 3—4 Wochen,

*) Die Ergebnisse der Hohenheimer Versuche über die Bedeckung werd. ad 5 mitgeteilt werden.

der Eiche, Buche 4—6 Wochen, der Ahornarten und der Erle 4 bis 6 Wochen, während der Same der Esche, Linde und Hainbuche erst im zweiten Herbst aufgeht. Alter Same der Kiefer, der Ahornarten, besonders des Spitzahorn keimt erst im zweiten Jahre.

5) Die Pflanzenzucht in Forstgärten*).

Bei der Pflanzenzucht für den forstlichen Verjüngungsbetrieb ist das entscheidende Gewicht auf die Ausbildung und die Erhaltung der Zaserwurzeln mit den Wurzelhaaren zu legen, weil diese die Nahrungsaufnahme und damit das Anwachsen der Pflanzen vermitteln. Die Pflänzlinge sind deshalb in gut gelockerten, mit Feinerde reich ausgestatteten, fruchtbaren Böden zu erziehen. Sie sind im jugendlichen Alter zu verpflanzen, damit sie mit vielen Zaserwurzeln ausgehoben und eingesetzt werden können. Aeltere, größere Pflanzen lassen sich nicht mit weitauslaufenden, feinen Wurzelverzweigungen ausheben und einpflanzen, weil die für das Ausstechen des gesamten Wurzelbodenraums erforderliche geräumige Erziehung, der Transport eines schweren Erdballens und die Anfertigung der großen Löcher zu kostspielig werden würde. Man hat aber zu bedenken, daß lebenskräftige Wurzelhaare, welche einzig und allein die Ernährung und das Fortwachsen der Pflanze vermitteln, nur den jungen, eben fertig gestreckten Teil der Wurzel bedecken — nur ein Stück von wenigen Centimetern Länge. Diese Wurzelhaare sterben nach wenigen Tagen ab und verschwinden gänzlich — in dem Maße, wie hinter dem fortwachsenden Ende neue Wurzelspitzen entstehen. Sie kommen sonach fortschreitend mit solchen Bodenteilchen in Berührung, die bisher noch unberührt geblieben sind. Wenn man also beim Ausbohren oder Ausstechen der Pflanzen gezwungen ist, die jüngsten Wurzeltriebe abzustechen, so ist die versetzte Pflanze bei ihrer ferneren Ernährung nur auf die Wurzelhaare angewiesen,

*) Die versetzbaren Pflänzlinge lassen sich zwar auch auf ungelockertem und leicht gelockertem (kurzgehackten) Boden unter Schutzbeständen und im Freien erziehen — namentlich für Ballenpflanzungen. Man kann oft Vollsaaten, Riefensaaten ꝛc. auf größeren Kulturflächen zur Gewinnung der Pflanzen benutzen. Diese Art der Pflanzenerziehung bietet indessen keine Abweichungen von den schon erörterten Verfahrungsarten bei der Bodenlockerung und der Vollsaat, Riefensaat ꝛc.

die zurückgebliebene, verkümmerte Wurzeln in der Nähe des Wurzelstockes gebildet haben, bis sich neue Zaserwurzeln erzeugen.

Es ist klar, daß man die besten Bedingungen für das Gedeihen der Pflänzlinge lediglich durch die Erziehung derselben in einem lockeren und fruchtbaren Waldboden erreichen wird. Der Boden muß locker sein, damit sich möglichst viele Zaserwurzeln mit den angehefteten Wurzelhaaren bilden können. Der Boden muß fruchtbar sein, weil in einem mageren Boden die Wurzeln zu weit ausstreichen würden. Man kann nur fragen, ob es besondere Vorzüge gewährt, wenn man die erzogenen Pflanzen mit dem Erdballen versetzt oder ob es für das Anwurzeln ausreichend ist, wenn man die Zaserwurzeln von der Erde durch Abschütteln oder besser durch Auflösung der Erde in Wasser befreit und hierauf feucht erhält. Ohne Zweifel würde die Versetzung mit kleinen Erdballen das ungestörte Fortwachsen der jungen Pflanzen herbeiführen und deshalb sicherlich zu bevorzugen sein. Allein die Erziehung von Ballenpflanzen erfordert nicht nur einen viel größeren Raum, als die Erziehung von ballenlosen Pflanzen: es läßt sich auch dem Boden bei der Erziehung von Ballenpflanzen nicht die Lockerung und die Düngung geben, wie den Saatbeeten und Pflanzenbeeten, in denen man ballenlose Pflanzen erzieht.

Die Regel im Verjüngungsbetrieb hat, wie wir ad 6 genauer nachweisen werden, die Verwendung ballenloser Saatschulpflanzen zu bilden. Man gebraucht bei gewöhnlichen Verhältnissen zumeist 1jährige Kiefern, 2jährige Lärchen, 2—3jährige Fichten 2- bis 3jährige Buchen und Eichen und 4—5jährige Weistannen. Selbstverständlich sind in manchen Fällen Ausnahmen von diesen Regeln berechtigt.

a. Die Auswahl des Platzes für die Forstgärten.

Die Frage, ob wandernde Saat- und Pflanzkämpe oder ständige Forstgärten zu wählen sind, läßt sich leicht entscheiden. Für wandernde Kämpe läßt sich lediglich anführen, daß dadurch die Kosten für die Düngung der ständigen Forstgärten, für den weiteren Transport der Pflanzen und in manchen Fällen für Einfriedigung gespart werden können; auch kann zuweilen der Unkrautwuchs auf dem frischen Boden der wandernden Kämpe nicht

so üppig werden, als in ständigen Gärten und dadurch können sich die Ausgaben für Ausjätung geringer stellen. Allein die Ersparungen sind in allen den genannten Richtungen bei Licht betrachtet höchst unbedeutend; man würde sicherlich, durch komparative Beobachtungen finden, daß der bei wandernden Forstgärten oft zu wiederholende Umbruch des Bodens eine Kostenausgabe veranlaßt, die weitaus höher ist, als die genannten Ersparungen In der Regel sind deshalb für jeden Wirtschaftsbezirk ständige Forstgärten mit der erforderlichen Größe anzulegen.

Bei der Auswahl des Platzes kommt zunächst die Lage in Betracht. Die Regel lautet: möglichst in der Nähe des beaufsichtigenden Forstbediensteten, in der Nähe eines guten Wegs, in ebener Lage, in den Bergen auf möglichst nördlich, nordöstlich oder nordwestlich sanft geneigten Flächen, überhaupt in hohen Lagen und keinesfalls in Mulden, Einbeugungen, Thälern, überhaupt in Frostlagen. Der Boden muß humusreich, hinreichend tiefgründig, frisch, nicht zu bindend, vielmehr locker und möglichst steinfrei sein; ein sandiger Lehm- und lehmiger Sandboden ist stets den strengeren Lehm- und Thonböden vorzuziehen, und undurchlassender Untergrund ist unter allen Umständen zu vermeiden. Alte Kohlstellen eignen sich sehr gut zur Pflänzlingszucht (Kohlenstübbe liefert ein gutes Düngmaterial). Die Ansicht, daß man die Pflanzen auf einem minder guten Boden, als demjenigen des zukünftigen Standorts erziehen müsse, ist unzutreffend; es handelt sich vor allem um die Ausbildung vieler Zaserwurzeln. Wenn irgend möglich, so ist der Forstgarten in der Nähe einer Quelle oder eines Bachs, Teichs 2c. zu legen (wegen des Ablösens des Erdballens durch Wasser, siehe unten). Bäume im Forstgarten sind zu entfernen und auch die angrenzenden höheren Bestände, so weit die Traufe reicht, abzusäumen — nach Norden und Osten vorsichtshalber etwas weiter, damit bei glatten Stämmen die Lichtstrahlen nicht reflektiert werden. Neu ausgestockte Flächen in Mitte geschlossener Bestände sind am zweckmäßigsten; langjährige Blößen und ausgebautes Ackerfeld sucht man thunlichst zu vermeiden. Der Schutz, den ein vorstehender Bestand gegen Süden und Südwesten gegen die einfallenden Sonnenstrahlen gewährt, ist besonders wirksam.

Für die Form wählt man in der Regel ein möglichst gleichseitiges Rechteck.

Die Größe der Forstgärten richtet sich nach dem Pflanzenbedarf. Auf 1 Hektar Saatkamp kann man (in Rinnen) etwa 4 Millionen 2jährige unverschulte Fichten erziehen, welche bei einer Pflanzweite von 1 m für 400 ha hinreichen; es genügt somit $1/2$% der jährlich und nachhaltig zu kultivierenden Fichtenfläche für den Saatkamp. Bei minder gutem Kulturboden, wenn kräftige Pflanzen weitständig zu erziehen sind, ist die Fläche entsprechend zu vergrößern. Dagegen gebraucht man für 2jährige Buchen $1^1/_3$%, weil ein Hektar Saatkamp nur $1^1/_2$ Millionen 2jährige Buchen liefert. Einjährige Eichen wachsen 1 Million per Hektar Saatkamp; für verschulte Eichenstutzerpflanzung zu Schälwaldanlagen wird man 25—30% der Kulturfläche gebrauchen.

Die Flechtzäune sind als Einfriedigungen der Forstgärten am meisten gebräuchlich.

In Entfernungen von 3—4 m werden an drei Stellen durchlochte und unten angekohlte Säulen von 2—2,5 m Höhe fest eingeschlagen, Stangen von Hopfenstangenstärke durchgezogen und mit grünen Nadelholzstangen (Bohnenstangen), die senkrecht stehen, durchflochten. Auf den dem Winde entgegenstehenden Seiten werden in ungeschützten Lagen sog. Streben angebracht. Eine Thür, die in hölzernen Haken hängt, verschließt den Zaun. Der laufende Meter wird sich bei einem Taglohnsatz von 2 M. (exkl. Holzwert) auf ca. 40—50 Pf. stellen.

Drahtzäune (Bezugsquelle Fr. Gloger in Schwedt a. Oder) kosten etwa das Doppelte bis Dreifache. Bewegliche Horden bei gleichem Taglohnssatz exkl. Holzwert 13—24 Pf. per lauf. Meter; sie werden aus Baumpfählen und Hopfenstangen (die vertikalen Rahmstücke geschnitten) 3,5—4,7 m lang und 1,8—2,3 m hoch zusammengenagelt.

Der Hauptweg erhält in der Regel eine Breite von 1,8 m, die Seitenwege werden 1 m breit und die Wege zwischen den Beeten 30—40 cm breit. Die Breite der Saatbeete beträgt gewöhnlich 1,0—1,2 m.

Nachdem der Bodenüberzug entfernt worden ist (der zu Komposthaufen benutzt wird), wird der Boden in der Regel 25—30 cm, im schweren Boden bis 40 cm im Sommer mit der Rodhacke grobschollig mit Vermischung der oberen und unteren Bodenschichten umgebrochen und im nächsten Frühjahr einige Zeit vor der

Saat in gartenmäßiger Weise mit dem Spaten bearbeitet. Für einen festen, bindenden Boden ist Rajolen vorzuziehen; in einen 30—40 cm tiefen Graben, dessen Sohle gelockert wird, wirft man die Erde aus dem nächsten, neben dem ersten zu ziehenden Graben *).

Bei der Aussaat des Samens ist die Rillensaat Regel, weil sie eine gleichmäßige Aussaat des Samens gestattet, die Pflege, das Ausheben und die Düngung mehr erleichtert, als die breitwürfige Saat. Die Entfernung der Rillen beträgt meistens für die Erziehung 2—3jähriger Nadelhölzer ohne Verschulung 15—20 cm, für Eichen, Ahorn, Akazien 2c. 25—30 cm. Die Breite der Rillen wird auf 3—5 cm zu normieren sein; in breiteren Rillen erzieht man schwächliche Mittelpflanzen.

Die zweckmäßigste Tiefe der Rillen ist nach den Untersuchungen im Hohenheimer Forstgarten wie folgt festgestellt worden:

Eichen	3—6 cm
Buchen	1—4 „
Ahorn	1—2 „
Akazie	4—5 „
Erle	½—1 „
Fichte, Kiefer, Lärche	1—1½ cm, mehr nur bei Deckung mit sehr lockerem, humosem Boden.

Ulme möglichst schwach, 1½ cm verhindert jedes Keimen.

Die Rillen werden nach der Längsrichtung der Beete entweder durch eine Latte, die so lang ist, wie die Beete, so breit, wie die Rillenentfernung, und so dick, wie die Breite der Rillen, eingedrückt oder besser durch ein 20 cm breites Saatbrett, welches in der Rillenentfernung Holzleisten von der Breite der Rillen hat, gebildet. Für Eicheln kann man ein Steckbrett mit gleich langen Zapfen, die in richtiger Entfernung stehen, benutzen.

Die Samenmenge, die man per Ar (einschließlich der Zwischenräume) braucht, ist nach den Holzarten, der Saatmethode 2c. sehr verschieden. Im großen Durchschnitt kann man für Eichen

*) Man hat bei der Bearbeitung der Saatkämpe die gute Erde tiefer eingebettet, um Kiefern mit langen Wurzeln für trockenen Sandboden zu erziehen (Pfeil). Dieses Verfahren hat sich zwar nicht immer vollkommen bewährt, kann jedoch unter besonderen Verhältnissen (trockene Oberfläche mit Feuchtigkeit im Untergrund) Beachtung verdienen.

und Buchen das 1½—3fache, für die übrigen Laubhölzer das 5 bis 15fache, für die Nadelhölzer das 10—20fache der zur Bestandsvollsaat gebrauchten Samenmenge (siehe oben) rechnen.

Für die Saatrillen wird man ungefähr annehmen dürfen:

Eicheln	25—40	kg per Ar Saatbeet
Bucheln	8—20	" " " "
Eschensamen	1,5—2,0	" " " "
Ulmensamen	1,5—	" " " "
Erlensamen	3—5	" " " "
Akaziensamen	1,5—2,5	" " " "
Weißtannesamen	8—12	" " " "
Fichtensamen	1—2	" " " "
Kiefernsamen	1,50—1,80	" " " "
Lärchensamen	2,0—3,0	" " " "

Uebrigens sind diese Ziffern nur als ungefährer Anhaltspunkt zu betrachten, denn nicht nur die Qualität des Samens, sondern auch die Zeit, welche die Pflanzen in den Saatbeeten verbleiben u. s. w., ändert das Samenquantum.

Für die Nadelholzsaat empfiehlt sich das Saatbrett am meisten, wenn man keine geübten Säer hat.

Zwei etwa 10—12 cm breite dünne Bretter, die so lang sind, als das anzusäende Beet, sind im Innern durch drei Scharniere so verbunden, daß sie im Winkel von etwa 90 Grad geöffnet, eine dicht geschlossene Rinne bilden. Die innere Kante des aufsitzenden Brettes kann man (nach Fürst) etwas abstumpfen. In diese Rinne wird der Same eingestreut und mit dem Finger wird demselben die gleichmäßige und angemessene Verteilung gegeben, indem ein Arbeiter den Ueberschuß des Samens auffängt. Hierauf wird die Kante des Bretts in die eingedrückte Saatrinne eingesetzt und das Brett zusammengeklappt, die untere Kante öffnet sich durch die Scharniere so weit, daß der Nadelholzsame durchfallen kann.

Zur Bedeckung des Samens hält man Rasenasche oder Dammerde in Vorrat. Jedenfalls muß die Bedeckung mit lockerer Erde oder anderen lockeren Substanzen (man verwendet auch Sägemehl) geschehen. Die Bedeckung wird angedrückt. Bei Eicheln rc. wir die lockere Erde beigezogen.

Zum Schutz gegen Austrocknung verwendet man gewöhnlich Kiefernreisig*) und Tannenreisig als Deckmaterial. Fichtenreisig ist nicht geeignet. Besser ist Stroh (etwa ein Bund per Ar, mit leichten Stangen beschwert), Moos ist weniger gebrauchsfähig, weil man das Auflaufen des Samens nicht sieht und deshalb die recht-

*) Man glaubt, daß Buchenlaub wegen der Schütte besser sei, als Kiefernreisig.

zeitige Abnahme verfehlen kann, auch (nach Schaal) Laufkäfer den Samen unter dem Moos verzehren.

Nach dem erfolgten Aufkeimen des Samens besteckt man das Beet ohne Verzug auf beiden Seiten mit Kiefernästen mit nach der Mitte geneigten Spitzen und entfernt dieselben allmählich bei Regenwetter oder wenigstens bedecktem Himmel. (Die Schutzschirme 2c. werden selten angewendet.)

Die Räume zwischen den Saatrillen werden mit Moos oder besser mit Holz (gespaltenem Prügelholz, Sägemehl 2c.)*) bedeckt oder unbedeckt gelassen und beim Jäten oft gelockert. Die vorgeschlagene Bewässerung ist selten ausführbar. Wenn Pflanzen ausfrieren, so werden sie alsbald wieder angedrückt.

Zum Schutz gegen Engerlinge sind an mehreren Orten mit gutem Erfolge Starenkästen an Bäumen und um den Garten angebracht worden; die Staren vertilgen die Maikäfer sehr gründlich. Mäuse werden vergiftet (bohnengroße Stücke aus einem Teig von 1 Pfund Mehl mit $^1/_4$ Pfund ausgefälltem Baryum mit entsprechendem Wasserzusatz werden in die Mauslöcher geworfen oder in Steinhaufen oder in Drainröhren gelegt).

Für die Vertilgung des Unkrauts ist zeitiges Jäten im Frühjahr bei feuchtem Boden, oftmaliges Wiederholen, sobald sich Unkraut zeigt, letztmaliges Jäten im Anfang September das beste Mittel. Zur Reinigung der Zwischenräume empfiehlt sich der von Schoch konstruierte Dreizack (mit einer 5 cm langen Mittelzinke und 4 cm langen, gekrümmten Seitenzinken).

Die wichtigste Arbeit ist das oftmalige Lockern des Bodens der Zwischenräume zwischen den Saatrillen bei trockenem Wetter auf 10—12 cm Tiefe, wobei gleichzeitig die Pflanzen angehäufelt werden. Diese Lockerung wird am zweckmäßigsten mit einem schmalen Gartenhäckchen vorgenommen.

Nicht minder wichtig ist das **Ausrupfen** der Pflanzen bei zu dichtem Stand gelegentlich des Jätens oder außerdem im Sommer des ersten Jahres und im Frühjahr des zweiten Jahres (bei Pflanzen, die nach 3 Jahren aus dem Saatbeet ins Freie versetzt

---

*) Buchenlaub unter diesem Prügelholz wird wegen Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit günstig wirken.

werden, nochmals im Sommer des zweiten Jahres). Im ersten Sommer werden namentlich die in der Mitte der Rinne stehenden Pflanzen ausgezogen, im zweiten Jahr bleiben möglichst die stärksten Pflanzen stehen. Die ausgezogenen Pflanzen werden in der Regel weggeworfen. Abschneiden ist weniger rätlich.

Man darf dieses Ausrupfen niemals unterlassen, sobald der Pflanzenstand außergewöhnlich dicht geworden ist und wird dadurch das kostspielige Verschulen (siehe unten) vermeiden können. Uebrigens kann man, wenn man nicht zu dicht säet, auch ohnedem kräftiges, junges Pflanzenmaterial, welches sich für die billige Spaltpflanzung (mit oder ohne Lockerung des Bodens) eignet, erziehen.

Der Einfluß des weiten Standes auf die Entwicklung der Pflanzen, die Wirkung des in den vorigen Abschnitten hinlänglich besprochenen Naturgesetzes selbst im jugendlichsten Alter der Pflanzen, ergibt sich aus dem exakten Versuch, der im Eberswalder Forstgarten mit Kiefern vorgenommen worden ist:

Samenmenge per Ar.	Brauchbare Pflanzen.	Gewicht per Tausend.
1,75 kg	25 479	1,300 kg
1,50 „	21 531	1,317 „
1,25 „	15 549	1,727 „
1,00 „	13 306	1,733 „

Wenn ein Saatbeet wiederholt zur Pflanzenzucht benutzt werden soll, so ist die Düngung erforderlich.

Die Saatbeete verhalten sich ähnlich wie ein Ackerfeld und wesentlich anders, wie Waldboden mit fortwachsenden, älter werdenden Holzbeständen; sie werden bei mehrmaliger Ernte ohne Düngung ausgebaut. Die jungen Holzpflanzen entziehen dem Boden die Stickstoffverbindungen und Mineralstoffe in ähnlicher Weise, wie die Agrikulturgewächse (nach Dulk jedes Jahr 8—11 kg Phosphorsäure und 15—24 kg Kali, nach Schütze 24 kg Stickstoff per Jahr) und diese Bodenbestandteile werden der Fläche Jahr für Jahr entnommen und bilden nicht, wie beim Laube, ein cirkulierendes Nährstoffkapital.

Die gebräuchlichste Art der Düngung ist mit Rasenasche.

Die im August oder spätestens September gewonnenen Rasen- oder Heide- und Heidelbeerplaggen werden auf die schmale Kante, paarweise gegeneinander, die Erde nach außen, gestellt und dadurch getrocknet, hierauf durch Klopfen möglichst von anhängender Erde befreit und in Meilern verbrannt. Bei den kleineren Meilern wird der Rasen nicht zu dicht gesetzt, mit Reisig vermischt und gut mit Rasen gedeckt. Größere Meiler bis 3 m Durchmesser und 4 m Höhe erhalten eine mit Reisig umbundene Quandelstange und vier Feuerkanäle, die gleichzeitig angezündet werden; der Rasen wechselt mit Reisig, Heide, Heidelbeere 2c.; das Feuer wird anfänglich überwacht, der Meiler nachgefüllt und hierauf werden die Kanäle

verschlossen. Der Meiler glüht 6—12 Wochen. Die Rasenerde wird gesiebt und hierauf an trockenen Orten in gut mit Rasen gedeckten Haufen bis zum nächsten Frühjahr, besser 2 Jahre aufbewahrt, damit dieselbe die ätzende Wirkung verliert.

Auch Holzasche, namentlich von Buchenholz, ist verwendbar.

Außer Rasenasche verwendet man Komposterde.

Das Unkraut des Gartens, Walderde, Heidelbeerfilz, Rasen, auch Sägespäne, Torfmull werden etwa 10—15 cm hoch aufgeschüttet und mit einer dünnen Lage ungelöschten Kalkes überstreut und durch Fortsetzung der genannten Schichtung ein meilerförmiger Haufen gebildet, der allenthalben mit sorgfältig angeklopfter Erde umgeben und oben zur Aufnahme des Regenwassers tellerförmig ausgehöhlt wird. Während der ersten Tage, während welcher sich der Kalk löscht, muß der Haufen täglich wiederholt kontrolliert und alle Risse sorgfältig zugedeckt werden. Nach 4—6 Wochen wird der im Frühjahr gebildete Haufen umgesetzt, bis zum Herbst noch zwei- bis dreimal, der Dünger ist im kommenden Frühjahr zu verwenden.

Künstliche Düngemittel, tierischer Dünger rc. werden selten angewendet und auch auf Notfälle (sehr arme Böden rc.) zu beschränken sein. Straßenkot (namentlich von Basaltstraßen für Sandboden) kann bei den Komposthaufen verwendet werden.

Zum Ausheben der Pflanzen, die rillenweise erzogen sind, zieht man in angemessener, die Wurzeln schonender Entfernung ein genügend tiefes Gräbchen und drückt die Pflanzenreihe mit dem auf der andern Seite in der Mitte zwischen den Pflanzenreihen senkrecht eingestochenen Spaten in das Gräbchen u. s. f.

Aeußerst wichtig ist die Schonung der jungen Pflanzen beim Befreien von der anhaftenden Erde. Diese Erde wird von den Wurzelhaaren, die wir oben betrachtet haben, festgehalten und wir wissen, wie wichtig die Erhaltung der letzteren ist. Das bis jetzt bei schwerem Boden gebräuchliche Abschütteln der Erde zerstört zwar erfahrungsgemäß diese Wurzelhaare nicht in so hohem Grade, daß dadurch das Anschlagen der Pflanzungen gefährdet wird. Immerhin dürfte das behutsame Einsetzen in Wasser zu versuchen sein. Zu diesem Zweck kann man im Forstgarten einige lange Tröge aufstellen, die entweder mit durchlaufendem oder abzulassendem Wasser gefüllt werden. Die ausgestochenen Pflanzenreihen werden mit der Erde in diese Tröge gesetzt, bis sich die Erde größtenteils losgelöst, teilweise aber auch angeschlämmt hat*).

---

*) Der Verfasser wird in den nächsten Jahren vergleichende Versuche in den Forstgärten über Pflanzenabstand, Ausheben rc. vornehmen.

Bei kühler und feuchter Luft werden die Wurzeln am zweckmäßigsten in feuchtes Moos gepackt und in dieser Verpackung zur Kulturstelle transportiert. Bei trockener und heißer Luft und im Sandboden wird ein dünner Lehmbrei angerührt und die Pflanzenbündel durch Hin- und Herbewegen sämtlich „angeschlämmt“ *).

In der neuesten Zeit hat die Pflanzenzucht in Forstgärten dem sog. **Verschulen** der gewöhnlich einjährigen Pflanzen eine große Verbreitung gegeben. Man versetzt namentlich die einjährigen Fichten in die Pflanzschule des Forstgartens, indem man Reihen in einen Abstand von etwa 15 cm und einer Pflanzenentfernung von 10 cm in den Reihen wählt. Die Pflanzen bleiben in diesen Pflanzbeeten zwei Jahre stehen und während dieser Zeit geschieht die Lockerung und Reinigung derselben in gleicher Weise, wie in den Saatbeeten. Für einjährige Lärchen wählt man in der Regel eine Entfernung von 20 auf 30 cm; bei der Weißtanne 12—15 cm in den Reihen mit 20 cm Abstand. Für die Zucht von Eichenlohden, Halbheister und Heister wählt man mehrmalige Verschulung und Reihenabstände von 30—35 cm mit einer Pflanzenentfernung in den Reihen von 20—25 cm. Auch Eschen, Ahorn, Ulmen, Erlen, Akazien, selbst Hainbuchen werden, zumeist mit einer Entfernung von 20—30 cm — je nach der beabsichtigten Pflanzengröße — verschult.

Diese Verschulung wird nicht vorgenommen, um den im Saatbeet im Wuchs zurückgebliebenen Pflanzen eine bessere Bewurzelung zu geben, während die kräftigen Pflanzen ins Freie versetzt werden. Vielmehr wirft man bei dem echten Verschulungsbetrieb die zurückgebliebenen Pflanzen rücksichtslos beiseite und verschult nur die kräftigen Pflanzen.

---

*) Man hat vielfach vermutet, daß das strangartige Aussehen der in Lehmbrei eingetauchten Wurzeln besondere Nachteile für den späteren Wuchs der Pflanzen habe. Der Verfasser hat bei seiner Praxis in der Anwendung der Spaltpflanzungen, vielfach mit angeschlämmten Pflanzen, bemerkenswerte Nachteile nicht konstatieren können. Wenn die Zaserwurzeln und die Wurzelhaare intakt bleiben und der Lehmbrei im feuchten Boden oder beim ersten gründlichen Regen locker geworden ist, so dehnen sich die Wurzeln dahin aus, wo sie Nahrung finden. Jedoch darf der Lehmbrei nicht zu konsistent sein.

Ich halte die **Verschulung der Pflanzen** als regelmäßiges **Verfahren der Pflanzenzucht** für eine ebenso **kostspielige**, als **völlig zwecklose und entbehrliche Kulturkünstelei**. Lediglich zur Erziehung von Heisterpflanzen, die man bei Bepflanzung von Viehweiden ꝛc. statt kleiner Pflänzlinge wählen muß, ist die Verschulung notwendig und gerechtfertigt; aber selbst bei der Bepflanzung der trockenen, verhärteten, selbst der flachgründigen Böden verwendet man die beträchtlichen Kosten der Verschulung mit größerem Erfolg auf die Bodenlockerung.

Ist die Erziehung stärkerer Pflanzen für die Hauptziele des Verjüngungsbetriebs überhaupt notwendig? Stärkere Pflanzen, die Bodenlockerung auf größeren Plätzen, in Löchern ꝛc. erforderlich machen, darf der Forstmann nur in Ausnahmefällen verwenden, bei schon vorhandenen Blößen ꝛc. Er darf den bestockten Waldboden nicht in die Verfassung kommen lassen, daß wegen Verhärtung, Verangerung u. s. w. der letzte Rettungsanker in der Anwendung verschulter, 25—30 cm hoher, stufiger, besonders gut bewurzelter Nadelholzpflanzen gesucht werden muß, weil die Pflanzenzucht und die Auspflanzung zwecklos verteuert wird.

Was erreicht man in der That durch diese Verschulung? Offenbar würde die Pflanze in dem rajolten gedüngten Boden des Saatbeets die besten Bedingungen für ihr Fortkommen finden, wenn sie nicht durch den zu dichten Stand an der Ausbreitung der Wurzeln und Zweige gehindert würde. Wenn aber die Bodenbeschaffenheit der Kulturflächen die Verwendung besonders kräftiger Pflanzen bedingt, so kann man den jungen Pflanzen einen genügend geräumigen Stand geben, indem man dünner säet oder (besser) den jungen Pflanzen durch Ausrupfen und Ausschneiden im ersten und zweiten Jahre eine angemessene Entfernung gibt. Es ist keineswegs nötig, daß man die jungen Nadelholzpflanzen, namentlich Fichten, die man im 2—3jährigen Alter verpflanzen will, in eine Entfernung von 10—15 cm bringt; es genügen 4—6 cm (Dreiecksverband) *). Anstatt den Pflanzen durch Ausrupfen den

*) Die Untersuchungen in dieser Richtung, die Fürst in dankenswerter Weise begonnen hat, sind noch nicht abgeschlossen. Der Verfasser urteilt aus langjähriger Erfahrung.

benötigten Wachsraum zu verschaffen, werden bei der Verschulung die Wurzelhaare abgerissen. Die Pflanze trauert erfahrungsgemäß nach der Verschulung, bis sie wieder neue Wurzelhaare und Wurzelenden gebildet hat. Findet die verschulte Pflanze bessere Wachstumsbedingungen im neuen Boden? Sie findet denselben gelockerten und gedüngten Boden, den sie mit Verlust ihrer Wurzelhaare verlassen hat. Und dabei kostet die Verschulung mit Einrechnung der Rodekosten, Ausjätungskosten fast eben so viel, wie die Versetzung in das Freie mit Pflanzeisen und Pflanzbeil, denn eine Arbeiterin kann nur durchschnittlich 800—1000 Pflanzen versetzen, während bei der Verpflanzung ins Freie bei hinlänglich lockerem Boden 1000 Stück nach meinen Erfahrungen und den sonstigen Mitteilungen regelmäßig 1,4 bis 1,5 M. (bei einem Taglohnsatz von 1 M.) kosten.

Man wird indessen fragen, wie weit sich die Erziehungskosten bei dem genannten weiten Stand der Pflanzen (4—6 cm) ohne Verschulung erhöhen und ob die erforderliche Saatschulfläche nicht zu groß werden wird. Bei diesem Stande haben durchschnittlich 40 000 Pflanzen per Ar Rinnenfläche Raum; rechnen wir indessen 2/3 des bearbeiteten Bodens für Zwischenräume, so bleiben 13 333 Pflanzen per Ar. Rechnet man ferner für Rajolen, Umfriedigung ꝛc. den hohen Satz von 300 M. per Hektar, somit per Ar 3 M., für 3jähriges Reinigen ꝛc. 10 M., für Samen 4 M., für Ausrupfen und sonstige Kosten 5 M., so erfordern 10 000 Stücke 3jährige Fichten 16 M. Erziehungskosten (während 10 000 Stück bei dem gewöhnlichen Verfahren nach meinen Erfahrungen 9—10 M. kosten). Anderseits stehen diesen Mehrkosten von 6—7 M. die Kosten der Verschulung mit 10—12 M. und die Kosten des Rajolens, Lockerns und Reinigens für eine 3 bis 4mal größere Fläche entgegen. Schmitt gibt auf Grund langjähriger Erfahrung die Erziehungskosten (für den Taglohnssatz für 1,20—1,50 M.) auf 50—90 M. für 10 000 4jährige, verschulte Fichtenpflanzen an.

Man sieht, daß die Verschulung der Pflanzen schon wegen der Ausgabe für Pflanzenerziehungskosten ein fast unübersteigbares Hindernis für die allgemeine Einbürgerung der oben befürworteten künstlichen Vorverjüngung der Waldungen werden würde. Denn wohin soll es führen, wenn wir große Kulturflächen schon mit 30—60 M. Pflanzenerziehungskosten per Hektar nutzlos belasten? — ganz abgesehen von den höheren Kosten der Löcherpflanzung statt der Spaltpflanzung, während die letztere *mit Einrechnung der Pflanzenerziehungskosten* bei einem durchschnittlichen Weiber- und Kindertaglohn von 1 M. und gewöhnlicher Bodenbeschaffenheit

nur 24—25 M. kostet. Und dabei ist das bessere Anschlagen der verschulten Pflanzen bis jetzt nicht durch komparative Untersuchungen dokumentiert worden, während hinlänglich nachgewiesen worden ist, daß die Spaltpflanzung mit Saatschulpflanzen bei gewöhnlichen Verhältnissen vollkommen befriedigende Erfolge hat. Bei schwierigen Bodenverhältnissen ist aber auch für die geräumige Erziehung der Pflanzen keine übermäßig große Saatschulfläche erforderlich; für einen Wirtschaftsbezirk von 1000 Hektar genügt, wenn man nur 3jährige Fichten auf jährlich 10—12 ha mit ca. 1000 Stück verwendet, eine Saatbeetfläche von ca. 22—23 Ar mit einer Jahresausgabe von ca. 160 M. Sonach wird sich das Verschulen auf Ausnahmefälle, namentlich die Erziehung von Heistern, stärkere Pflanzen zu Nachbesserungen 2c. beschränken müssen.

Was endlich die speciellen Regeln bei der Erziehung und Verpflanzung der einzelnen Holzarten betrifft, so empfiehlt sich bei der Eiche, wenn man 2jährige Pflanzen im Saatbeet bis zum dritten oder einem späteren Jahre stehen lassen will, das Durchstechen der Pfahlwurzel in etwa 15—16 cm Tiefe mit scharfem Spaten. Auch bei der Verpflanzung schneidet man die Pfahlwurzel bis auf etwa 15 cm Länge zurück, kann sie aber auch ohne Nachteil umbiegen. Im übrigen wird es am zweckmäßigsten sein, das Beschneiden der Aeste möglichst zu vermeiden. Bei der Erziehung stärkerer Pflanzen (Stutzer, Heister 2c.) muß die Eiche nach 2—3jährigem Stehen in der Pflanzschule entweder ins Freie versetzt oder, wenn man Heister (2—4 m hoch) erziehen will, wiederholt umgeschult werden.

Die Buche wird in der Regel aus Rillensaaten im 2jährigen, längstens 3jährigen Alter verpflanzt; die Unterpflanzung mit 1jährigen Buchen ist weniger rätlich.

Für die Weißtannensaatschulen wählt man mit besonderer Sorgsamkeit einen gegen Spätforst und Sonnenstrahlen geschützten Platz. Man versetzt sie gewöhnlich im 4—5jährigen Alter ins Freie.

Die Fichte wird nach den oben gegebenen Regeln erzogen und zumeist im 3jährigen Alter, bei gutem Boden und geräumigem Stande schon im 2jährigen Alter ins Freie verpflanzt.

Dagegen ist die Auspflanzung der **Kiefer** im 1jährigen Alter fast allgemein üblich.

Gegen die **Schütte**, die namentlich in neuerer Zeit immer stärker auftritt, ist bis jetzt kein erfolgsicheres Mittel bekannt geworden. Die Auspflanzung von Kiefern, welche von dieser höchst wahrscheinlich von Hysterium pinastri herrührenden Pilzkrankheit befallen waren, ist immerhin sehr mißlich und gewagt.

Für den **Lärchensamen** wird Einquellen in reines oder mit Kalk oder Salzsäure versetztes Wasser angeraten, weil er sonst ungleichmäßig keimt. Auch bei der Lärche hat die Rillensaat Vorzüge gegenüber der noch vielfach gebräuchlichen Breitsaat. Man muß aber den zu dichten Pflanzenstand beim Ausjäten lichten. Die Lärche wird in der Regel im zweiten Jahre ins Freie versetzt.

Die **Weymouthskiefer** wird gleichfalls zumeist im 2jährigen Alter aus dem Saatkamp ins Freie verpflanzt.

6) **Die Holzpflanzung.**

Zur Bepflanzung der Verjüngungsschläge und Waldblößen haben die Forstwirte mannigfache Verfahrungsarten gewählt, die im Kostenaufwand überaus verschieden sind. Die Holzpflanzen sind im abweichenden Alter, groß und klein, mit und ohne Ballen, mit und ohne Beigabe von Humus, Komposterde und Rasenerde, in Löcher, in Hügel, auf Gräben, umgeklappte Rasen u. s. w. eingesetzt worden; man hat einen Bodenspalt mit dem Pflanzbeil eingehauen, mit dem Buttlarschen Eisen eingeworfen oder eingestochen, mit dem Setzholz, dem Pflanzdolch, dem Wartembergschen Stieleisen, dem Spaten, dem Keilspaten, Pflanzkeil u. s. w. eingestoßen; man hat die Pflanzen mit den Ballen mittels der Hacke, dem gewöhnlichem Spaten, dem Hohlspaten, mit mehr oder minder großen Hohlbohrern, dem halbkegelförmigen Pflanzeisen, dem kegelförmigen Pflanzspaten 2c. ausgehoben und mit den gleichen Werkzeugen wieder eingepflanzt; mit dem Biermannsschen Spiralbohrer wurden die Pflanzlöcher gelockert und Rasenasche beigefüttert. Aber die durchgreifende vergleichende Prüfung dieser verschiedenartigen Pflanzverfahren nach Kosten und Erfolg, die leicht auf nebeneinander liegenden Kulturflächen gleicher Beschaffenheit vorgenommen werden konnte, scheint bis jetzt nicht vollzogen worden zu sein.

Indessen kann man immerhin, wenn auch nur annäherungsweise, bemessen, was der gleiche Kostenaufwand bei den verschiedenen

Verfahrungsarten für Wirkungen hervorruft. Diese Wirkungen werden in erster Linie bedingt durch die Bodenbeschaffenheit und wir haben deshalb die günstigen und die ungünstigen Bodenverhältnisse getrennt zu betrachten. Wir haben zunächst zu untersuchen: bei welchen Pflanzverfahren leistet der gleiche Kostenaufwand am meisten, wenn der Boden locker und frisch ist und eine für die Wurzeln 1—3-jähriger Saatschulpflanzen genügende Bodenkrume darbietet? Wir haben zweitens zu fragen: welche Pflanzverfahren sind erfolgsicher und hinsichtlich des Kostenaufwands am leistungsfähigsten, wenn der Boden zäh, fest, sehr flachgründig, trocken, naß, verhärtet, steinig &c. ist?

A. Bepflanzung des frischen, lockeren, hinreichend tiefgründigen Bodens der Besamungs- und letzten Abtriebsschläge und der Blößen und Lücken mit ähnlicher Bodenbeschaffenheit.

Derartige Böden sind entweder ohne oder nach Entfernung der Bodenbedeckung zu bepflanzen. Wenn der Boden mit einer sehr hohen Laubschicht bedeckt oder mit dichtem Moos, Heide- und Heidelbeersträuchern, hohem Gras, Ginstern &c. bedeckt ist, so muß das Laub plattenweise abgezogen und der feste Bodenüberzug mit der Hacke entfernt werden. Diese Arbeit hat jedem Pflanzverfahren voraus zu gehen — der Ballenpflanzung wie der Spaltpflanzung — und hat deshalb auf die Wahl desselben nicht den maßgebenden Einfluß, denn selbst die Einpflanzung der ballenlosen und Ballenpflanze mit Hilfe der Hacke kann nicht gleichzeitig mit dem Anfertigen der Pflanzplätze geschehen.

Man kann diesen frischen und lockeren Boden zunächst mittels Einsetzen von Saatschulpflanzen bebauen. Die Saatschulpflanzen können sowohl in einen Bodenspalt, der mit verschiedenen, zumeist handlichen Werkzeugen (Pflanzeisen, Beil, Handspaten u. s. w.) angefertigt werden kann, als auch in ein mittels des Spiralbohrers gelockertes Loch und in eine mit der Hacke &c. gelockerte Platte, in Pflugfurchen und völlig umgepflügtes Land eingepflanzt werden. Man kann zweitens die in Freisaaten, auf gelockertem Boden unter Schutzbeständen &c. erzogenen Pflanzen mit dem Erd-

ballen mittels Hohlbohrer, Hohlspaten, Stoßeisen &c. ausstechen und mit diesem Erdballen einsetzen.

Von diesen verschiedenartigen Verfahrungsarten leistet die Spaltpflanzung namentlich mit dem leichten (und deshalb für Frauen und erwachsene Kinder handlichen) Pflanzbeil in Bezug auf Förderung der Arbeit und Verringerung des Kostenaufwands am meisten. Aber es ist zu untersuchen, ob dieses einfache Verfahren die erforderliche Sicherheit für das Gedeihen der Pflanzungen darbietet. Es ist selbstverständlich, daß den Wurzeln in diesem engen Bodenspalt nicht die sorgfältige Ausbreitung und Lage durch die eingreifenden Finger der Arbeiter gegeben werden kann, als bei der Lockerung eines tiefen Pflanzlochs mit Ausräumen der Erde, Einstellen der Pflanzen und sorgsame Umhüllung mit Feinerde. Allein das zuletzt genannte Verfahren ist zu kostspielig; es ist, wenn man große Kulturflächen bepflanzen will, schon wegen Arbeitermangel nicht anwendbar. Zudem hat die Verdoppelung und Verdreifachung der Kosten bei der Bodenbeschaffenheit, die wir hier betrachten, nicht den entsprechenden Effekt; im Vergleich mit der Spaltpflanzung verdoppelt man keineswegs, wie die Erfahrung zeigt, die Zahl der anwachsenden Pflanzen und verdoppelt ebensowenig den Wuchs derselben. Vielmehr ist die Wurzelverbreitung, welche die Pflanzen bei der Spaltpflanzung erhalten, für das Gedeihen derselben vollständig ausreichend, wenn der Boden im Hochsommer nicht austrocknet — und bei einer großen Dürre ist auch die bessere Verteilung der Wurzeln in den großen Pflanzlöchern kein sicherer Rettungsanker. Man hat bei der Spaltpflanzung, wenn kein besonders trockener Sommer eintritt, in der Regel nur einige Prozente Abgang (siehe unten).

Ein ähnliches Verhalten zeigt die Ballenpflanzung. Es ist wie schon oben bemerkt wurde, nicht zu leugnen, daß junge Pflanzen, die ihre Zaserwurzeln in den ausgehobenen Erdballen haben, ungestört fortwachsen werden. Aber diesem Vorteil stehen mehrfache Nachteile gegenüber. Zunächst ist die Bewurzelung der Pflanzen, die man aus Freisaaten entnimmt, nicht so ausgebildet und fein verteilt, wie die Bewurzelung der Pflanzen, die in gut gelockerten und gedüngten Saatbeeten erzogen werden. Man kann auch den Saaten, welche die Anzucht von Ballenpflanzen bezwecken, nicht die

tiefe, gründliche und sorgfältige Bodenbearbeitung angedeihen lassen, wie den Saatbeeten, in denen man ballenlose Pflanzen erzieht, weil die mit Ballen auszuhebenden Pflanzen viel weiter stehen müssen und deshalb das Rajolen der erforderlichen Fläche zu kostspielig werden würde. Und zweitens erfordert das Ausstechen, Transportieren, die Anfertigung der Löcher und das Einsetzen der Ballenpflanzen wiederum den doppelten bis dreifachen Kostenaufwand der Spaltpflanzung. Dabei ist aber die Frage, ob die Ballenpflanzen auch bei großer Sommerdürre besser ausdauern, als die Spaltpflanzungen, bis jetzt nicht zu bejahen*). Die Wirkung der Beigabe des Erdballens reicht über die Erleichterung des Fortwachsens in der ersten Zeit nach der Einpflanzung nicht hinaus, denn die Pflanze tritt mit ihren Wurzeln alsbald aus dem kleinen Ballen heraus in die umgebende Erde, während im Ballen nur Wurzelteile mit abgestorbenen Wurzelhaaren verbleiben. Der Ballen hält auch die Feuchtigkeit nur so lange, bis der nächste Regen den dünnen Zwischenraum zwischen demselben und der umgebenden Erde ausgleicht; die Pflanze vertrocknet sogar, wenn sich ein größerer Spalt bildet. Wenn man genötigt ist, größere Kosten aufzuwenden, so wird der Mehraufwand durch die gründliche Lockerung der Pflanzstelle lohnender verwendet werden können.

Für den frischen, lockeren Waldboden, den wir hier betrachten, wird endlich die Anwendung der Bohrer, die ein kleines Pflanzloch lockern (von Biermanns und Bohlig konstruiert, siehe unten) in der Regel keinen entsprechenden Ersatz für den immerhin größeren Arbeitsaufwand gewähren. Indessen dürften vergleichende Versuche zwischen dem Bohligschen dreischneidigen Bohrer und dem Pflanzbeil und Buttlarschen Pflanzeisen nicht überflüssig sein, denn die Zahl

---

*) Burckhardt bemerkt bezüglich der ballenlosen Spaltpflanzungen und der Ballenpflanzungen folgendes: Wenn auch viele geklemmte Pflanzen hinterher unerwünschte Wurzelverbreitung zeigen, so geht doch gleichwohl der Wuchs, soviel bis jetzt zu beobachten, günstig von Statten und die Vollständigkeit der Dickungen läßt kaum etwas zu wünschen übrig. Dagegen hat sich die vorausgesetzte große Sicherheit der Ballenpflanzen gegen Dürre in anhaltend trockener Zeit (Sandboden) nach neueren Beobachtungen im vollen Maße nicht bestätigt und umgekehrt hat man den in gelockerten Boden gesetzten nacktwurzeligen Kiefernjährlingen kaum zugetraut, was sie in dürrer Zeit geleistet haben.

der per Tagesarbeit mit dem Bohrer eingesetzten Pflanzen wird auffallend hoch angegeben (1000 Stück).

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wollen wir uns nunmehr die Werkzeuge und ihre Leistungsfähigkeit etwas näher ansehen.

a. Die **Einpflanzung ballenloser Pflanzen** ist zwar schon von Georg Ludwig Hartig beschrieben worden, aber sie hat unerkennbar der Anregung, die der preußische Oberförster Biermanns gegeben hat, eine kräftige Förderung zu verdanken.

Während der Versammlung der süddeutschen Forstwirte in Darmstadt im Jahre 1845 berichtete derselbe über ein neues, von ihm mit besonderem Erfolg angewandtes Pflanzverfahren. In der Eifel, auf einer schutzlosen Hochebene mit rauhem Klima, war der Boden durchgehends versauert und versumpft, an den steilen Bergabhängen häufig fortgeschwemmt, durch die sog. Schällandwirtschaft ausgesogen. Biermanns erzog seine Pflanzen durch sehr dichte Aussaat des Samens in eine 10—16 cm hohe Schicht von Rasenasche (oder vielmehr in gebrannte Rasenerde), lockerte das Pflanzloch mittels des Spiralbohrers und umgab die eingesetzte Pflanze auf allen Seiten mit dieser Rasenerde.

Der Biermannssche Spiralbohrer ist ein eiserner Spaten mit hölzerner Krücke und gut verstähltem Spiralblatt in der Form eines liegenden S. Der Spiralbohrer ist 78—83 cm lang, der Spaten selbst 18,3 cm lang und 12 cm breit. Derselbe wird eingedrückt und nach rechts und links hin gedreht.

Mit diesem Spiralbohrer wurden bei seiner ersten Anwendung durch Biermanns Löcher in Reihen mit einem Abstand von 2,5—3,8 m und einer Entfernung der Löcher in den Reihen von 0,6—1,1 m gebohrt. Bei der Einpflanzung wurde die Erde aus dem gelockerten Pflanzloch herausgenommen, eine Hand voll Rasenasche auf die linke Seite des Pflanzlochs gedrückt, die Pflanze an diese Wand von Rasenasche völlig senkrecht angehalten, eine zweite Handvoll Rasenasche an der anderen Seite der Pflanze angedrückt und endlich der übrige leere Raum zuerst mit guter und sodann mit schlechter Erde ausgefüllt und mit dem Fuße angedrückt. Man braucht für das Zubereiten der zum Ausfüllen der Pflanzlöcher nötigen Erde 75—229 qm Rasenfläche per Hektar Pflanzung.

Die Angaben über die Kosten und die Erfolge dieses Kulturverfahrens sind weitaus verschieden. Die Kostenangaben sind teilweise (namentlich von Jäger) so gering, daß sie bedenklich sind; sie schwanken auch für den gleichen Taglohnssatz von 1 M. sehr beträchtlich; indessen wird man nach den genauen Angaben von Gaisbergs (Sigmaringen) annehmen können, daß die Pflanzung mit Beigabe von Rasenasche (extl. Pflanzenerziehungskosten), wenn die Reihenpflanzung (2,5 m Reihenabstand und 0,78 cm Entfernung in den Reihen) gewählt wird, ca. 30 bis 40 M. per 10 000 Stück kosten wird. Man behauptet, daß der Spiralbohrer in schweren, bindenden Böden nicht anwendbar sei, weil er hier nicht lockere, sondern den Boden in seinen beiden Seitenhöhlungen wulstig zusammenpresse. Man behauptet auch, daß die in der Rasenasche treibhausartig emporgetriebenen Pflanzen zu kümmern beginnen, sobald die Wurzeln aus der Rasenasche heraus

in den nicht gelockerten und nicht gedüngten Boden eintreten. Man tadelt endlich — und wohl mit Recht — den zu großen Reihenabstand, behauptet säbelförmigen Wuchs der Stämmchen u. s. w.

Die lichtgebenden Kulturversuche — im Vergleich mit der Bodenlockerung durch die Hacke und dem Einsetzen minder dicht erzogener Saatschulpflanzen — sind leider unterlassen worden.

Statt des Spiralbohrers hat der bayrische Revierförster Bohlig einen dreischneidigen Bohrer konstruiert, der die Form einer umgestürzten, senkrechten, dreieckigen Pyramide mit stark ausgehöhlten Seitenflächen hat und 23 bis 29 cm hoch ist. An diesem Bohrer ist ein 58 cm hoher eiserner Griff mit eiserner Handhabe befestigt. Man soll damit 1000 Pflanzen per Arbeitstag versetzen können. Im Forstamt Freising werden jedoch nur ca. 500 1—3jährige Saatschulpflanzen mit diesem Bohrer versetzt; 1000 Stück kosten bei einem Taglohnsatz von 1,72 M. für Männer und 1,20 M. für Weiber 3 M. (ohne Beigabe von Komposterde).

Die Pflanzung ballenloser Pflanzen (namentlich 1jähriger Kiefern, 2jähriger Lärchen und 3jähriger Fichten) hat — abgesehen von der 1jährigen Kiefernpflanzung in lockeren Sandböden — namentlich seit Anwendung des Buttlarschen Pflanzeisens wesentlich an Verbreitung gewonnen.

Dieses setzholzähnliche, aus Eisen bestehende und 6½ Pfd. schwere Werkzeug ist gekrümmt und im ganzen 40 cm lang; dasselbe wird eingeworfen oder eingestoßen, in das Loch wird ein mit Lehmbrei angeschlämmter Pflänzling eingesteckt, das Eisen etwa 4 cm von dem letzteren in schräger Richtung eingestochen und gerade aufgerichtet, damit die Wurzeln des Setzlings von Erde umschlossen werden und hierauf das zweite Loch durch Anklopfen oder Anstechen ausgefüllt.

Geübte Arbeiter pflanzen per Tag 12—1400 Stück ein. Nach den Angaben, die über die Kosten im großen Kulturbetriebe vorliegen, kann man annehmen, daß mit Ausnehmen, Verpacken, Transport, Einsetzen auf gewöhnlichen, nicht stark steinigen und stark mit Unkraut überzogenen Waldböden 700—800 Pflanzen eine Tagesarbeit erfordern, 10000 Pflanzen somit auf 12—14 M. bei einem Taglohnsatz von 1 M. zu stehen kommen*). Auf lockeren behackten oder geackerten Sandböden reduzieren sich die Kosten auf 10—11 M., bei Abräumen des Bodenüberzugs oder Beigabe von Füllerde werden oft nur 500—600 Pflanzen per Tagarbeit an-

*) Buttlar gibt zwar etwas geringere Kosten an, allein derselbe hat wahrscheinlich lockeren Sandboden und ein ständiges, besonders gut geschultes Arbeiterpersonal im Auge. Nach den Erfahrungen des Verfassers unter den verschiedenartigsten Verhältnissen entsprechen die obigen Sätze der mittleren Arbeitsleistung.

genommen werden können. Nach den zahlreichen Berichten, die über die vielfach angezweifelten Erfolge dieser Kulturmethode veröffentlicht worden sind, kann man schließen, daß die Anwendbarkeit und der volle Erfolg derselben lediglich für feste und thonige, trockene, steinige, nasse und sehr stark verfilzte Böden in Frage gestellt ist, daß aber auf frischen und genügend lockeren Waldböden dieses billige Verfahren die gleichen Erfolge erreicht, wie die sonst gebräuchlichen Kulturmethoden, die oft den doppelten und dreifachen Kostenaufwand beanspruchen. Für mehrere Millionen eingesetzte Pflanzen (5,3 Millionen bis 1858) konstatiert Freiherr von Buttlar einen Abgang von durchschnittlich nicht 5 %.

Bald nach dem Bekanntwerden des Buttlarschen Kulturverfahrens wurden mehrfach andere Werkzeuge für das Einpflanzen ballenloser kleiner Pflanzen konstruiert. Neidhardt wandte auf festen, steinigen und verfilzten Böden ein 55 cm langes Pflanzeisen an, welches die Form eines von der Spitze nach der Basis durchschnittenen Kegels hatte und mit gußeisernem Stiel versehen war, indem derselbe Komposterde in das Loch einbrachte. In der Gegend von Orb benutzte man ein Handspätchen mit einem 6 cm breiten und 12—15 cm langen Häckchen und einer 12—15 cm langen Schaufel mit einem 29—43 cm langen Stiel. Der von Wittwer konstruierte Pflanzspaten ist eine eiserne, unten spitz zulaufende Schaufel mit einer auf der Längsachse angebrachten Rippe. Im Großherzogtum Hessen war ein kleiner Pflanzspaten im Gebrauch, der ein 7,5 cm breites, 10 cm langes Schippchen an einem 30 cm langen Stiel hatte. Koch benutzte eine kleine Rodehaue, 17 cm lang, mit einer 4—5 cm breiten Schnittlinie, gegen das Stielloch keilförmig anlaufend, mit einem 0,6 m langen hölzernen Stiel, welches besonders auf trockenem, festgelagertem Kiesboden sowohl beim Einsetzen von Ballenpflanzen, als beim Einpflanzen von 1jährigen Kiefern vortreffliche Dienste geleistet haben soll. In den durch den Pflug gelockerten Böden ließ v. Alemann zur Pflanzung von 1—2jährigen Eichen und 2jährigen Kiefern ein Loch mit dem Spaten stechen und durch Hin- und Herbiegen so ausweiten, daß dasselbe oben 7,8, in der Mitte 2,6 und unten wieder 7,8 cm weit ist. Die Löcher werden durch Antreten ausgefüllt. In Hannover benutzt man hierzu den mit Eisenblech

beschlagenen Keilspaten. Der eiserne Pflanzdolch von Baudisch ist 25—30 cm lang, am oberen Ende 7 cm breit mit 18 cm langem Fußtritt und einem 55—60 cm langem Stiel in eiserner Hülse; er wird für 1jährige Pflanzen gebraucht. Für Pflanzen mit langen, tiefgehenden Wurzeln konstruierte Wartenberg ein dem Buttlarschen Eisen ähnliches, aber 24 cm langes und 10,5 Pfd. schweres Pflanzeisen mit Stiel und Krücke*). — Man konstruierte Pflanzkeile, mit Eisenblech beschlagene Setzhölzer, Pflanzhämmer, kleine Spaten u. s. w.

Ueber die Leistungsfähigkeit dieser Werkzeuge mangeln leider zuverlässige, vergleichende Angaben. Aber es ist selbstverständlich, daß alle schweren Spaten, eiserne Stiele u. s. w. nicht nur wenig leisten, sondern sogar gefährlich sind, wenn man sie zugleich zum Befestigen der Pflanze benutzt. Die Wurzeln werden oft gequetscht und beschädigt. Diese Instrumente würden die Spaltpflanzung in Mißkredit bringen. Selbst die ungeschickte Handhabung des Buttlarschen Eisens beim Einstechen (zu nahe an die Wurzeln) kann die Pflanze gefährden und deshalb ist das gleich zu beschreibende Pflanzbeil vorzuziehen. Das Werkzeug muß einen genügend breiten und tiefen Bodenspalt machen, damit der Arbeiter mit den Fingern die Wurzeln möglichst ausbreiten kann; wenn die Wurzeln strangartig zusammengequetscht werden, so braucht die Pflanze lange Zeit, bis sie ihre frühere Wurzelverbreitung wiederhergestellt hat — zumal im schweren, dichten Boden. Das Einschieben der 1—3jährigen Saatschulpflanzen mit der richtigen Wurzelverbreitung bietet aber den Arbeitern — zumal Frauen und erwachsenen Kindern — weder beim Buttlarschen Eisen noch beim Pflanzbeil Schwierigkeiten; da das erstere einen genügenden Spalt öffnet und das letztere zudem hin- und herbewegt werden kann. Und hierauf ist das Beidrücken und Anklopfen der Erde, damit keine Hohlräume entstehen (wenn der Regen lange ausbleibt), von besonderer Wichtigkeit und hierzu ist vor allem das Pflanzbeil ein leicht handliches, gefahrloses Werkzeug. Die Wurzelverwachsungen, die man teilweise, namentlich in

*) Mit diesem Stieleisen soll man, wie berichtet wird, die Wurzeln quetschen und zerstoßen. Man warnt mit Recht vor diesem „schrecklichen“ Instrument.

nicht lockeren Böden beobachtet hat, rühren sicherlich von ungeeigneten Instrumenten (Stieleisen rc.) oder ungeschickter Handhabung des Buttlarschen Eisens oder Beils her. Es ist hinlänglich erwiesen, daß die gutwüchsigsten Dickungen und Stangenhölzer durch Pflanzungen mit dem Buttlarschen Eisen und Pflanzbeil begründet werden können.

Die größte Verbreitung hat das Pflanzbeil gewonnen (zuerst von Schmidt [1858] und später von Preuschen [1866] beschrieben).

Das Pflanzbeil ist ein von der Haube bis zur Schneide 18 cm langes, an der Haube 6 cm hohes und 3 cm dickes Beil mit gut verstählter Schneide und einem 25 cm langen Stiel. In den Bodenspalt, der durch das Beil eingehauen und durch Hin- und Herdrehen desselben erweitert wird, setzt man die feucht erhaltene Pflanze mit naturgemäßer Wurzellage ein und klopft die Erde mit der Haube des Beils an. Dieses Beil ist nur $2^1/_2$—$2^3/_4$ Pfd. schwer und deshalb namentlich von jugendlichen Arbeitern und schwachen Frauen leichter zu handhaben.

Die Frage, ob mittels dieses Beils eine größere Pflanzenzahl mit gleich gutem Gedeihen, wie bei der Buttlarschen Methode, eingepflanzt werden kann, ist noch nicht entschieden. Preuschen gibt an, daß mit 0,9—1,0 Tagarbeit alle Kosten (Ausheben, Beschneiden, Verpacken, Anschlämmen und Einschlagen, Transport von $^1/_{10}$ bis 1 Stunde Wegs, Einpflanzen) für 1000 Pflanzen bestritten werden können. Derselbe hat die Beilpflanzung „auf leichtem, wie auf bindigem Boden der Diluvialformation, auf kiesigem und steinigem Verwitterungsboden der ältesten Schicht- und Massegesteine, auf Boden, der durch Bloßliegen, excessive Streu- oder Weidenutzung verangert und fest geworden, endlich auf Boden, welcher mit Heide mehr oder minder stark überzogen war, mit einem so überraschend günstigen Erfolge, wie ihn kaum ein anderes Kulturverfahren geliefert hat", durchgeführt.

Der Verfasser hat die Buttlarsche Pflanzmethode seit 30 Jahren und die Beilpflanzung seit 15 Jahren unter den verschiedenartigsten Bodenverhältnissen angewendet. Wenn Bodenbearbeitung vor der Pflanzung nicht erforderlich war, so stellten sich bei der Verwendung von 3jährigen Fichten, 2jährigen Lärchen und 1jährigen Kiefern die Gesamtkosten per 10000 Stück (exkl. Pflanzenerziehung) nach 10jährigem Durchschnitt bei einem Taglohnssatz von 1 M., Nachbesserungen eingerechnet, bei Buttlars Methode auf 14,7 M., bei

Beilpflanzung auf 13,9 M. (Die Erziehungskosten der Nadelholzpflanzen stellen sich auf 9,41 M. per 10000 Stück.) Für die Reviere, in welchen keine Nachbesserungen älterer Kulturen und Bepflanzungen älterer mißlungener Verjüngungen (mit schwierigen Bodenverhältnissen) stattgefunden haben, stellen sich die genannten Kosten übereinstimmend auf 12,7 M. per 10000 Stück. Innerhalb meines jetzigen Verwaltungsbezirks wurden mittels Beil und Eisen in den 10 Jahren 1868/78 über 6 Millionen Pflanzen, bis heute weit über 10 Millionen Pflanzen gesetzt. Die ballenlosen Pflanzungen unter Schirmstand sind durchgängig vorzüglich geraten und diese durch die Spaltpflanzungen begründeten Bestände im besten Wuchs. Nachbesserungen sind nur infolge des im Anfang des Jahrzehnts viele Jahre lang fortgesetzten (erst durch Beteeren der Pflanzen beendigten) Verbeißens der Nadelholzpflanzen durch Rehwild und in einigen Beständen durch Lichtmangel notwendig geworden. Auf den Kahlschlägen unterlagen die Nadelholzpflanzungen namentlich im Jahre 1869 der Sommerhitze in sehr starkem Maße — und zwar sowohl die Ballenpflanzen, als die Pflanzungen nach Buttlars Methode. Rechnet man für Nadelholzpflanzungen per Hektar einen Pflanzenbedarf von 7000 Stück, so werden sich die Kosten belaufen:

Pflanzenerziehung	6,6 M.
Einpflanzen mit Buttlarschem Eisen .	10,3 „
„ „ Pflanzbeil . . .	9,7 „
zusammen 16—17 M.	

Die Ballenpflanzung auf gleichem Standort (mit größeren Hohlbohrern und Hohlspaten, 5—8jährigen Pflanzen) erforderte ohne Erziehungskosten durchschnittlich 56,8 M. per 10000 Stück bei dem oben genannten Taglohnssatz von 1 M., also per Hektar bei Verwendung von 7000 Pflanzen mit Erziehungskosten 42 bis 46 M.

Nach den Erfahrungen des Forstmeisters Vogel (Berichte des Forstvereins ob der Enns, drittes Heft, 1858) kostet die Verpflanzung nach dem Manteuffelschen Verfahren (s. u.) das sechsfache, nach dem Biermannsschen Verfahren das achtfache, die Ballenpflanzung von 2—4jährigem Nadelholz das zehnfache der Ausgabe, welche beim Buttlarschen Kulturverfahren erforderlich war.

b. **Die Ballenpflanzung.** Die billigste und dem Zweck genügende Art der Ballenpflanzung wird, wie man vermuten darf, vermittelst des Heyerschen Hohlbohrers bewirkt.

Dieser Hohlbohrer ist ein umgekehrter, abgestutzter Hohlkegel von Eisen, der oben 5 und 7,5 cm weit ist und sich nach unten nur wenig verengt, vorn offen durch einen zwei Finger breiten Spalt, hinten mit einem kleinen Eisenplättchen versehen, bis zu welchem der Bohrer jedesmal eingedrückt werden muß. Mit hölzernem Stiel ist der Hohlbohrer 63—92 cm, je nach der Größe der Arbeiter, lang, die Krücke von Holz 47—53 cm.

Die Mitteilungen über die Anwendbarkeit dieses Hohlbohrers, die Kosten und Erfolge sind äußerst dürftig. Nach Gustav Heyer kann ein Arbeiter täglich 500—600 Pflanzen mit dem 5 centimetrigen und 400 Pflanzen mit dem 7,5 cm weiten Bohrer ausbohren und einsetzen; Karl Heyer spricht von 700—800 Stück mit dem engen, bis 5 cm weiten Bohrer (einschließlich eines mehrere hundert Schritt weiten Pflanzentransports*)). Jäger behauptet, daß sich der Hohlbohrer lediglich auf einem steinfreien Lehmboden, der zum Graswuchs geneigt oder mit Gras überzogen sei, anwenden lasse, weder in einem sehr trockenen Sandboden, noch in steinigem Boden, noch in strengen Thonböden (in letzteren würden die Wände des Ballens und Pflanzlochs fest). Man könne mit dem 5 cm weiten Bohrer 600—700 Stück und mit dem 7,5 cm weiten Bohrer 450 Pflanzen mittels einer Tagesarbeit einpflanzen. Bei der Anwendung der kleinen Bohrer auf große Pflanzen, wobei selbstverständlich die Zaserwurzeln abgebohrt werden, verkrüppeln, wie Zimmer beobachtet haben will, die Jungwüchse.

Vielfach wird bei der Versetzung 2—3jähriger Pflanzen dem kegelförmigen Pflanzspaten der Vorzug vor dem Hohlbohrer gegeben.

Derselbe hat die halbe Seitenfläche eines Kegels und erhält gewöhnlich einen Durchmesser von 16 cm und eine Länge von 29 cm. Nach Jäger rechnet man für einen geübten Arbeiter 648 fertig gesetzte Pflanzen per Tag.

---

*) Diese Anga[...] scheinen sich auf besonders günstige Standortsverhältnisse und gut geschulte Arbeiter [...]zu beziehen, auch die Nachbesserungskosten nicht einzuschließen. Eine so hohe Arbe[...]leistung ist im großen Kulturbetriebe mit Hohlbohrern nicht möglich. Trotzdem [...]stellen sich die Kosten (bei einem mittleren Taglohnsatz von 1 M.) auf 21,7 M[...] für 10 000 Pflanzen (statt 13,9 M. bei der Beilpflanzung inkl. Nachbesserungen

Außer diesen beiden, zumeist gebrauchten Werkzeugen wurden die Ballenpflanzen mit der gewöhnlichen Hacke und der Rodehacke, mit dem einfachen flachen Spaten, mit dem etwas gekrümmten Grabspaten, mit dem amerikanischen Spaten, mit dem alten, großen Hohlspaten, der eine nahezu cylindrische Mantelfläche vorstellt und eine obere Oeffnung bis zu 20 cm hat, mit der Blochmannschen Kegelschippe und anderen Werkzeugen ausgehoben und eingesetzt. Für stärkere Pflanzen benutzte man den schweren eisernen Stoßspaten, das Sollinger Rodeeisen u. s. w. Eduard Heyer hat zum Ausheben und Einsetzen größerer Pflanzen einen Kegelbohrer konstruiert, über dessen Leistungen indessen keine genaueren Mitteilungen vorliegen. Richard Heß untersuchte die Leistungsfähigkeit der Erdbohrer; der Hieronymische Erdbohrer leistete bei der Anfertigung von 25 cm tiefen Löchern mit 30 cm Durchmesser am meisten (162 Löcher per Tagarbeit).

Zur Verhütung von Engerlingsschaden hat man künstliche Ballen im Sandboden verwendet (Gußballen). Der Ballen wird aus einem dichten Brei, der aus Dammerde und Lehm gemischt wird, hergestellt. 100 Pflanzen kosten 3—5 M. Ueber die Erfolge liegen zuverlässige Berichte nicht vor. (Die Anwendung des ungeeigneten Wartenbergschen Stieleisens wird die Erfolge beeinflußt haben.)

Gegen die Schütte sollen sich Ballen mit 1jährigen Pflanzen bewährt haben, die man durch Aussaat von 12 kg gutem Kiefernsamen per Hektar auf übereggtem Boden — per Ar 5000—7000 Stück — erzieht und mit einem kleinen Hohlspaten einsetzt (Kosten inkl. Erziehung 24 M. per 7000 Stück).

c. Die Einpflanzung mit der Hacke, dem Spaten und ähnlichen Werkzeugen.

Für das Einsetzen größerer Pflanzen ist zunächst die Pflanzstelle zu bereiten und hierzu ist die Hacke das geeignetste Werkzeug (Spaten können nur in leichten, lockeren Böden verwendet werden). Wenn der Boden gelockert und die Erde zur Seite geräumt ist, so geschieht das Einpflanzen durch die Hand der Pflanzer. Nachdem der Grund des Loches mit lockerer Erde ausgefüllt ist, hält man die Pflanze schwebend in das Loch und umstreut sie mit lockerer Erde — die Zaserwurzeln möglichst mit der besten Erde.

Auf armen Böden benutzt man hierzu gute Humuserde, Erde von Komposthaufen, Rasenasche, gepulvertem Lehm u. s. w. Durch Heben und Senken des Pflänzlings wird verhütet, daß leere Zwischenräume zwischen den Wurzeln entstehen. Schließlich wird die Erde des Pflanzlochs mit den Händen sanft angedrückt und endlich festgetreten. Auf trockenem Boden läßt man eine Vertiefung zum Ansammeln des Wassers bestehen.

Besonders zu beachten ist hier, wie bei allen Pflanzungen, daß die Pflanze nicht tiefer eingesetzt wird, als sie gestanden hat, d. h. daß die Erde nicht den Wurzelknoten überragt. Namentlich bei Fichten ist das zu tiefe Einpflanzen oft Ursache des Mißerfolges.

Die Pflanzenzahl, die in dieser Weise mit einer Tagesarbeit eingesetzt werden kann, schwankt je nach der Größe der Pflanzen, der Bodenbeschaffenheit ꝛc. zwischen 200 und 400 Stück.

Pflanzungen mit stärkeren Pflanzen, mit starken verschulten Pflanzen, namentlich aber mit Halbheistern und Heistern werden auf die notwendigsten Fälle — namentlich Nachbesserungen — zu beschränken sein.

d. Vergleichung des Kostenaufwands und des Erfolgs dieser Verfahrungsarten.

Man kann leider aus den vorstehenden dürftigen Angaben keine sicheren Anhaltspunkte für die Wahl der Kulturverfahren schöpfen. Die Leistungsfähigkeit der letzteren kann nur durch vergleichende Kulturversuche auf ein und derselben Fläche, aber für sämtliche, örtlich beachtenswerte Verschiedenheiten der Standortsbeschaffenheit, mit denselben Arbeitern gelöst werden, indem man namentlich in trockenen Jahren den Abgang und den Höhenwuchs konstatiert und mit dem Kostenaufwand (einschließlich der Nachbesserungen) für eine längere Reihe von Jahren vergleicht. Ergebnisse dieser komparativen Untersuchungen sind bisher nicht bekannt geworden.

Ich will dennoch die Kosten dem ungefähren Betrage nach für mittlere Bodenbeschaffenheit und den durchschnittlichen Taglohnssatz von 1 M. (mit Ausschluß der Pflanzenerziehungskosten, dagegen einschließlich der Kosten des Löcheranfertigens und der Kosten für Ausheben der Saatschul- und Ballenpflanzen) zu beziffern suchen, damit die örtliche Vergleichung an diese Angaben anknüpfen und dieselben nötigenfalls berichtigen kann.

a. Eichenpflanzung,
1,25—1,50 m hohe Pflanzen in Löcher per 100 Stück . . . . 1,5 M.
2,5—3,0 m hohe Pflanzen desgl. per 100 Stück . . . . . . 2,5 „
4—6 m hohe Pflanzen desgl. per 100 Stück . . . . 15—16 „
Stutzerpflanzen desgl. per 100 Stück . . . . 0,7—0,8 „

b. Buchenpflanzung,
3—6jährige Pflanzen ohne Ballen, per 100 Stück . . . . 0,3 „
1,5—2,0 m hohe Pflanzen ohne Ballen, circa . . . . . 2 „
2,5—3,0 „ „ „ „ „ „ . . . . . 3 „
3,5—5,0 „ „ „ „ „ „ . . . . 5—6 „

c. Kiefernpflanzung,
1jährige Saatschulpflanzen mit dem Pflanzbeil oder dem Buttlarschen Eisen,
in künstlich gelockerten Böden oder lockeren Diluvialsand, 7000 Stück per Hektar . . . . 6—8 M.
in gewöhnlichen Waldböden . . . . 8—9 M. *)
2jähr. Pflanzen mit 5centrimetrigem Hohlbohrer p. 7000 St. 12—13 „
2—3jährige Pflanzen mit dem 7,5centrimetrigen Hohlbohrer, per 7000 Stück . . . . 17—18 „
2—3jährige Pflanzen mit dem kegelförmigen Pflanzspaten, per 7000 Stück . . . . 11—12 „
4—6jährige Kiefern mit Ballen und mit dem gewöhnlichen Spaten versetzt . . . . 70 „
Aeltere Kiefern mit großen Ballen . . . . 100—250 „

d. Fichtenpflanzung,
Pflanzung, 2—3jährige Saatschulpflanzen mit Pflanzbeil, Buttlarschem Eisen, Hohlbohrer und Holzspaten wie bei der Kiefer.
Stärkere, verschulte Pflanzschulpflanzen, 25—35 cm hoch, mit der Hacke in Löcher inkl. Anfertigen der Löcher für 7000 Pflanzen 35—45 M.
Größere Pflanzen mit Ballen mittels der Hacke auszuheben und einzupflanzen, per 7000 Stück . . . . 45—80 M.

e. Lärchenpflanzung wie Kiefernpflanzung,
für 6—8jährige Ahorn- und Eschenheisterpflanzen zu setzen per 100 St. 10—12 M.

Für die rationelle Regelung des Kulturbetriebs ist die Vergleichung der Kulturmethoden und des sehr verschiedenartigen Kostenaufwands derselben (inkl. Nachbesserung) mit dem Anwachsen und Gedeihen der Verjüngungen eine Aufgabe, die jeder Forstmann für

*) Die Pflanzenerziehungskosten betragen für 7000 1—3jährige Nadelholzpflanzen hierorts 6,6 M. (2—3jährige Fichten, 2jährige Lärchen, 1jährige Kiefern, unverschult). In der Grafschaft Glatz (Erelinger) stellen sich dieselben für 3jährige Fichten auf 3 M. 93 Pf., 1jährige Kiefern 2 M. 10 Pf. und 1jährige Lärchen 2 M. 95 Pf.

die Bodenverhältnisse seines Wirtschaftsbezirks und die charakteristische Verschiedenheiten derselben zu lösen hat — vor allem, um die für die künstliche Vorverjüngung örtlich leistungsfähigsten Verfahren ausfindig zu machen.

B. Die Bepflanzung der nassen, zähen, verhärteten und steinigen Böden.

a. Bei der Bepflanzung der **nassen, oft torfartigen Böden** liegt der Schwerpunkt in der Bodenbearbeitung. Wir haben die Bearbeitung der Torfböden oben erörtert. Wenn die Austorfung vollzogen ist, so hat die Kultur auf der mit Mineralerde vermischten dünnen Torfschicht, die man belassen hat, keine Schwierigkeit. Ebenso sind besondere Verfahrungsarten nicht erforderlich, wenn ein nasser Boden gründlich entwässert worden ist.

Kleinere nasse Stellen werden bepflanzt, indem man durch Aufklappen eines abgestochenen Rasenstücks auf den angrenzenden Rasen eine Erhöhung bildet und nach Verwesung der Rasenschichten in einen eingestochenen Spalt die Pflanze einsetzt.

Derartige Bodenverhältnisse kommen häufig in Betracht — aber das leistungsfähigste Kulturverfahren ist bis jetzt nicht nachweisbar. Große Hügel mit lockerem Boden, an der Oberfläche mit umgekehrten Rasen bedeckt, werden am meisten empfehlenswert sein.

Zerfällt der Boden nach der Trockenlegung in einen trockenen Torfmull, so gelingt die sehr schwierige Kultur in der Regel nur dann, wenn man tiefe Gräben ziehen und große Hügel aufwerfen läßt und den Auswurf mit guter Walderde vermischt. Die Bepflanzung selbst ist einfach.

b. Für einen **verhärteten, armen Boden** kann man Hügelpflanzung anwenden. Freiherr von Manteuffel (sächsischer Oberforstmeister in Kolditz) hat ein eigenartiges Verfahren eingehalten (1858 veröffentlicht). Er setzt die Pflanze nicht in den Boden, sondern auf den Bodenüberzug.

Die Erde zu den Hügeln wird durch Abschürfen der oberen humushaltigen Decke des Bodens gewonnen; die abgeschürfte Erde wird durchklopft und von den gröberen Wurzeln gereinigt. Nachdem die Erde auf Haufen geworfen und mit etwas Erde vom Untergrund vermischt worden ist, werden die Wurzeln auf diesen Haufen verbrannt. Aus dieser Erde werden die Hügel gebildet, zwei Hügel aus einem Korbe, der die Größe eines gewöhnlichen Eimers hat. Aber diese Hügel

werden — und das ist charakteristisch für die Methode — auf die unverletzte Unkräuterdecke des Bodens aufgeschüttet, die dann später verwest und Kohlensäure bildet. In diesen Hügel setzt die Arbeiterin die Pflanze, indem sie die Wurzeln auf den Bodenüberzug aufsetzt und nach allen Richtungen auseinanderbreitet. Die Pflanzen, die starke Pfahl- und Seitenwurzeln ohne eine hinreichende Menge von Zaserwurzeln haben, werden sowohl beim Versetzen aus dem Saatkamp in den Pflanzkamp, als auch beim Versetzen in die Hügel dem Wurzelschnitt unterworfen, überhaupt wird durch oberflächliche Lockerung der Saatbeete auf flachstreichende Bewurzelung hingewirkt. Die Hügel werden mit Plaggen gedeckt, die übergreifenden Ränder dieser halbmondförmigen Deckplaggen kommen auf die südliche Seite des Hügels zu liegen und müssen hier genau schließen. Dieses Verfahren ist so kostspielig, daß es nur bei besonders schwierigen Bodenverhältnissen, z. B. Kies und festen Thonboden, Anwendung verdient; 10000 Pflanzen stellen sich, wenn man die gesamten Arbeiten rechnet, bei Laubholz auf ca. 110, bei Nadelholz auf ca. 85 M.*)

Pollack wendete diese Kulturmethode im Ellwanger Walde mit mehrfachen Modifikationen an. Eine Grasnarbe war nicht vorhanden und deshalb wurden Erdhaufen, 3 Fuß im Quadrat, auf wundem Boden aufgeschüttet, nicht gedeckt und unter Beigabe von sog. Kohllösch mit 2-, höchstens 3jährigen Fichten bepflanzt. Pollack behauptet, daß die Pflanzen gerade in den auf verrastem Boden aufgeschütteten Hügeln in den heißen Jahren 1857, 1858, 1859 und 1865 vertrocknet seien und daß das Decken der Hügel keinen wesentlichen Unterschied im Gedeihen der Pflanzen bewirke, dagegen den Rüsselkäferschaden vermehre, während dasselbe die Pflanzkosten verdoppele. Auch im Schwarzwald und in Böhmen hat man gute Erfolge mit nicht gedeckten Hügeln erzielt.

Auf trockenem, festem Boden, z. B. Muschelkalk, wird ohne durchgreifende Bodenlockerung ein nachhaltiger Erfolg nicht zu erreichen sein; höchstenfalls wird es gelingen, Akazien und Schwarzkiefern auf gelockerten Platten oder tiefgelockerten Horizontalriefen (an Bergwänden) fortzubringen. Wenn der Boden zugleich flachgründig und durch eine unvorsichtige Entwaldung bloßgelegt ist, so werden die Kulturkosten selten eine rentable Anlage bilden, der Anbau kann jedoch wegen Verhütung von Ueberschwemmungen notwendig werden. In diesen Fällen wird man die in Frankreich gesammelten, vielfach in der Forstlitteratur veröffentlichten Erfahrungen benutzen können; die ausführliche Darstellung würde hier zu weit führen**).

*) Die Hügelpflanzung ist in Kolditz von dem Nachfolger Manteuffels nur ausnahmsweise fortgesetzt worden.

**) Ob die in der Pfalz zu der Kultivierung nackter Hänge benutzten Horizontalgräben die Kosten lohnen, darüber sind noch weitere Erfahrungen zu

Auf **stark steinigem Boden** soll, wie aus dem Taunus (1860 und 1861) berichtet wird, die Pflanzung mit dem Buttlarschen Eisen unter Beigabe von Rasenasche oder Kulturerde viel billiger zu stehen kommen, aber gleich gute Resultate liefern, wie die Löcherpflanzung.

Es wurde, um die Grenze kennen zu lernen, bis zu welcher die Anwendung des Buttlarschen Eisens vorteilhaft ist, im März 1861, auf einer Blöße an sehr steinigem, ganz mit haselnuß- bis faustgroßem und größerem Steingeröll bedecktem Südhang einer Bergkuppe 4000 Stück 2jährige Fichten- und 2000 Stück 2jährige Lärchensaatschulpflanzen in Büschel von je 2 Stück gepflanzt. Die Blöße hatte meist keine Bodendecke, nur hier und da etwas Moos, dünnes Gras und einzelne Heide. In 1/2 bis 1 1/2 Fuß Tiefe war die Geröllschicht mit etwas humoser Erde gemischt. In diese Geröllschicht wurden 8—10 Zoll tiefe, oben 5—6 Zoll weite, trichterförmige Löcher mit dem Buttlarschen Eisen eingebohrt und geworfen. Sodann nahm die Pflanzerin zwei tüchtige Händevoll Rasenasche, füllte das Loch damit aus, stieß mit dem Eisen ein Loch in diese Asche und setzte die Pflanze ein. Einschließlich des Aschentransports auf ca. 200—250 Schritte Entfernung wurden täglich 200 Pflanzenlöcher bepflanzt. Der Abgang betrug kaum 4—6% und war größtenteils durch Ueberwechseln von Hochwild entstanden. Mit Anwendung des Pickels würden nur 120—150 Löcher in einem Arbeitstag angefertigt worden sein.

Es bleibt immerhin noch näher zu untersuchen, ob in einem sehr steinigen Boden mit wenig Bodenkrume die Einpflanzung von Saatschulpflanzen in größere, mit guter, lockerer Erde ausgefüllte Löcher bessere und nachhaltigere Wirkung haben wird, als die Beifütterung einiger Hände voll Rasenasche.

C. Das Beschneiden der Pflanzen und die Eichenstutzerpflanzung.

Während bei jüngeren Laub- und Nadelholzpflanzen ein Beschneiden der Aeste weder notwendig noch nützlich ist und nur die beim Ausheben verletzten Wurzeln glatt abgeschnitten werden, ist es gebräuchlich, den Halbheistern (bis 2 m) und Heistern (3—4 m hoch) — namentlich der Eichen — schon im Pflanzbeet (am zweckmäßigsten ein Jahr vor der Verschulung und Auspflanzung) durch scharfes Abschneiden der zu tief angesetzten und zu starken Seitenäste hart am Stamme und etwaiger Doppelwipfel und durch Kür-

---

sammeln (per Hektar 1000 m Gräben, 0,4 m tief, 0,6 und 0,9 m breit, in Abstand von 10 m = 50 M. bei 2 M. Taglohn).

zung der schwächeren Seitenäste die stufige Gestalt zu geben, welche sie zum Freistand tauglich macht*).

Bei dem Auspflanzen ist ein starker Wurzelverlust — namentlich der Zaserwurzeln — unvermeidlich. Die Wurzelaufnahme reicht namentlich in trockenen Sommern nur zur Erhaltung des Stamms und der Krone und zur Entwicklung neuer Blätter aus, nicht aber zur Bildung neuer kräftiger Triebe. Es hat deshalb namentlich für die Auspflanzung der Eichenniederwaldschläge die Stutzer- oder Stummelpflanzung besondere Vorzüge**), weil alsbald an den verbleibenden Schaftstummel neue Ausschläge hervorbrechen, die sich durch den vollen Saftzufluß unterstützt kräftig entwickeln. Die 1—2 cm dicken Eichenpflanzen, die man am zweckmäßigsten in Saatbeeten erzieht, werden etwa 2—3 cm über den Tagwurzeln schräg abgeschnitten. Hierzu ist die von Gebr. Dittmar in Heilbronn zu beziehende Astscheere (Preis 6 M.) ein empfehlenswertes Instrument. Da die Pfahlwurzel gleichfalls nach dem Ausheben abgeschnitten wird, so hat man zu verhüten, daß unachtsame Arbeiter die Pflanze beim Einsetzen (gewöhnlich mit der Hacke in Löcher) auf den Kopf stellen.

D. Die Fichten- und Buchenbüschelpflanzung.

Früher war in einigen Gegenden Deutschlands, namentlich im Harz und im Thüringer Wald, die sog. Büschelpflanzung üblich, die gegen Verbiß von Wild und Weidvieh gewisse Vorteile gewährt. Man säete in den Rillensaatkämpen ungewöhnlich dicht, früher in den höheren Lagen des Harzes sogar bis 12 Pfund per Ar Fichtensamen, später 4—5 Pfund im Gebirge und die Hälfte in minder hohen Lagen, während man gewöhnlich für den Fichtenrillensaatkamp 2,3 Pfund per Ar rechnete. Durch den dichten Stand der Pflanzen auf den mit den Ballen ausgestochenen und in Stücke (Büschel) getrennten Saatreihen wurde nach der Einpflanzung derselben die Entwicklung des Hauptstammes aus dem Pflanzenbüschel

---

*) In Pommern hat man indessen beobachtet, daß die scharf abgeschnittenen Aeste bei Eichenheistern tief eingefault waren.

**) Es ist fraglich, ob die gestummelte Pflanze bei der Erziehung zu Baumholz gesund bleibt und nicht stockfaul werden wird.

heraus verzögert — von anderen Nachteilen, wie Wurzel- und Stammverwachsungen, größere Beschädigungen durch Schneedruck &c., abgesehen. Man erhielt, wie bei zu dichter Saat, langsam wachsende Bestände. Die Büschelpflanzung ist deshalb auch in ihrer Heimat größtenteils verlassen worden; man pflanzt in der Regel kräftige, verschulte Einzelpflanzen aus Pflanzschulen ins Freie.

Bei der Begründung eines Buchenschutzholzes wird indessen namentlich in wildreichen Waldungen (Wildpark) die Büschelpflanzung immerhin nicht ganz auszuschließen sein.

7) Die Vorschläge der Waldbauschriftsteller.

Georg Ludwig Hartig, dieser scharf blickende Vorkämpfer für rationellen Waldbetrieb, empfiehlt für alle Kulturorte, welche längere Zeit gegen Weidvieh geschont werden können, die Pflanzung ganz kleiner Stämmchen.

Derselbe bespricht (1826) zunächst die Pflanzung dieser kleinen, 16—31 cm langen Pflanzen mit den Fingern in 16 cm im Quadrat und 10—11 cm tief aufgelockerte Löcher, die mit der Hacke angefertigt werden. Bei einer Entfernung der Pflanzen von 3 Fuß = 0,94 m stellen sich die Kosten exkl. Pflanzenerziehung, wenn man einen mittleren Taglohnsatz von 1 M. annimmt, a. bei lockerem leichtem Boden auf 19,60 M. per Hektar, b. bei Lehmboden oder auf leichtem Boden mit Gras und Heide stark bewachsen auf 22,67 M. per Hektar, c. bei Lehmboden mit kleinen Steinen oder mit Heide bewachsen auf 30,05 M. per Hektar.

G. L. Hartig hatte aber auch Erfahrungen über die Verwendung großer Pflanzenbohrer gesammelt. Werden 21—42 cm hohe Pflanzen mit dem Pflanzbohrer von 18 cm Durchmesser ausgehoben und in die mit demselben Pflanzbohrer angefertigten Löcher wieder eingesetzt, so entstehen nach Hartig bei sonst gleichen Voraussetzungen und derselben Pflanzenentfernung per Hektar folgende Kosten bei dem gleichen Taglohnsatz:

a. 47,21 M., b. 53,74 M. und c. 56,8 M.

Bei dieser Pflanzungsart mißraten oder verderben, wie Hartig behauptet, sehr wenige Pflänzlinge, wenn auch die Witterung im nächsten Sommer nicht sehr günstig ist.

Werden endlich 26—47 cm hohe Pflanzen mit dem Spaten in runde Löcher mit 21 cm Durchmesser und 13 cm Tiefe eingesetzt, so kostet die Arbeit bei sonst gleichen Voraussetzungen per Hektar:

a. 50,08 M., b. 51,75 M., c. 54,03 M.

Für die Pflanzung größerer Stämme berechnet Hartig speciell die Kosten, die jedoch so hoch und nach der Pflanzenentfernung so verschiedenartig sind, daß die Wiedergabe der Ziffern an dieser Stelle keinen Zweck hat.

Endlich hat Georg Ludwig Hartig (und nicht Pfeil) die einjährige Kiefern-

pflanzung in Preußen eingebürgert. Diese Verpflanzung ein- und zweijähriger Kiefern wurde durch Ministerialreskript vom 6. Februar 1833 angeordnet und in der Staatszeitung den Privatwaldbesitzern durch G. L. Hartig empfohlen. Man pflanzte je zwei 1—2jährige Pflanzen, die büschelweise im Pflanzkamp ausgehoben wurden, in ein Loch. Seit dieser Zeit ist die Pflanzung einjähriger Kiefern und die Erziehung in Pflanzkämpen in Preußen weit verbreitet worden.

Heinrich Cotta behandelt die Pflanzverfahren nicht getrennt und vergleichend. Derselbe gibt nur an, daß drei- bis vierjährige Fichtenpflanzen ohne Ballen 2 Groschen bei einem Taglohnsatz von 6 Groschen per Schock kosten, dagegen gleichgroße Ballenpflanzen 3—4 Groschen per Schock, sonach 55 und 97 M. per 10000 Stück bei 1 M. Taglohn.

Pfeil würdigt gleichfalls die Pflanzverfahren nicht durch scharfe, gründliche Vergleichung. Die Eichen verpflanze man im 2—3jährigen Alter aus Saatschulen in gut bearbeitete Pflanzlöcher; man könne aber auch 1—3jährige Pflanzen aus natürlichen Verjüngungen und zwar mit dem Ballen (und etwa 2 bis 3 Pflanzen auf demselben) ausstechen und einsetzen. Zur Ausbesserung junger lückenhafter Schläge mit Buchen befürwortet Pfeil besonders die Büschelpflanzung ohne dichten Pflanzenstand. Für ältere, bereits kahl gehauene Buchenschläge empfiehlt Pfeil die Verwendung von 5—6jährigen Saatschulpflanzen. Wenn die Buchenverjüngung bereits zu alt und hoch ist, so hat man als letztes Mittel 8 bis 10 Fuß (2,5 bis 3,1 m) hohe, 1—1¼ Zoll (2,6—3,3 cm) dicke Heister zu verpflanzen, die sicherer anschlagen, als 4—5 Fuß lange sog. Lohden. Für die Kiefernballenpflanzung gibt Pfeil dem gewöhnlichen Breitspaten den Vorzug vor dem Hohlspaten und kegelförmigen Pflanzspaten, weil bei den letzteren Höhlungen und leere Räume entständen. Der Genannte befürwortet aber hauptsächlich die Pflanzung einjähriger Kiefern ohne Ballen — diese von G. L. Hartig eingeführte und anfänglich von Pfeil verspottete Pflanzmethode.

Für armen, trockenen Sand hat Pfeil sogar eine eigenartige Erziehungs- und Verpflanzungsmanipulation besonders empfohlen, welche die Bildung einer langen Pfahlwurzel und das rasche Eindringen der jungen Pflanze in die unteren, gewöhnlich minder trockenen Bodenschichten begünstigt. Zum Zweck der Pflanzenerziehung wird ein frischer, aber magerer Sandboden 63—78 cm tief rajolt; in die Tiefe wird gute, fruchtbare Dammerde, die von der Oberfläche der angrenzenden Holzbestände abgestochen wird, gebracht; mit ärmerem, aber noch keimfähigem

Sand 10—18 cm hoch bedeckt und oben eine ganz nahrungslose Sandschicht 1,3—2,0 cm hoch aufgebreitet. In diesen Saatkämpen bilden sich im ersten Jahre 26—31 cm lange Wurzeln. Die Pflanzen werden mit unbeschädigten Wurzeln (mittels seitlicher tiefer Gräben) ausgehoben. — Hierauf wird ein Pflanzloch 8 cm tiefer, als die längsten Wurzeln lang sind, auf unkrautwüchsigem Boden bis zu 40 cm im Quadrat, ausgegraben, der Grund stark mit dem Spaten gelockert und die gesamte Erde, der bessere Boden nach unten, eingefüllt und festgetreten und endlich mit einem 40—50 cm langen, 3,3 cm dicken Pflanzstocke ein senkrechtes Loch eingestochen und ausgeweitet. In dasselbe werden die in einem Topfe mit Lehmwasser aufbewahrten Pflanzen, nachdem sie mit den Wurzeln im Sande herumgezogen sind, schwebend und senkrecht hineingehalten und dann mit dem senkrecht neben diesem Loche eingestochenen Pflanzstock überall an die Erde angedrückt und das Loch wieder mit Erde ausgefüllt. Man setzt gewöhnlich zwei Pflanzen in eine Entfernung von 8—10 cm. Nach den Pfeilschen Angaben werden 10 000 Pflanzen (1 m Verband per Hektar) exkl. Erziehungskosten eine Ausgabe von 50—100 M. bei einem Taglohnsatz von 1 M. veranlassen. Es ist deshalb zu fragen, ob nicht für diesen lockeren Sandboden die Tiefkultur mit dem Pflug an allen geeigneten Stellen vorzuziehen ist. Hierüber mangeln vergleichende Erfahrungen. Die Verwendung dieser Kiefernpflänzlinge mit langen, fadenförmigen Wurzeln hat sich, wie schon oben bemerkt wurde, sehr oft nicht bewährt.

Für die Fichtenpflanzung empfiehlt Pfeil die Büschelpflanzung (Ballen von 10—22 cm Quadrat mit 4—6 Stück 3—4jährigen Pflanzen), die in ihrer Heimat, dem Harz, wieder verlassen worden ist. Für das Buttlarsche Verfahren hat Pfeil bis an das Ende seines Lebens kein Verständnis gewinnen können; er nennt dasselbe roh; es soll nur unter sehr günstigen Bodenverhältnissen anwendbar sein.

In Gwinners Waldbau findet man eine Beschreibung der am meisten gebräuchlichen Pflanzverfahren, aber keine eingehende, vergleichende Würdigung nach Kosten und Erfolg.

Karl Heyer hat, wie wir gesehen haben, einen kleinen Hohlbohrer (von 5 cm und 7,5 cm Oberweite) konstruiert und bespricht die Ballenpflanzung mit demselben besonders ausführlich — jedoch wiederum ohne die eben geforderte vergleichende Würdigung.

Jäger gibt (1865) dem kegelförmigen Pflanzspaten den Vorzug vor dem Hohlbohrer, weil bei letzterem nur in seltenen Fällen die Wurzeln unverletzt bleiben, der Ballen im Bohrloch bei Dürre austrockne und die Seitenflächen des Ballens und Bohrlochs fest werden. Die Pflanzlöcher würden am zweckmäßigsten mit der Hacke

angefertigt. Jäger befürwortet sodann hauptsächlich das Biermannsche Kulturverfahren, d. h. Lockerung des auf 1 □Fuß Fläche vom Ueberzug befreiten Bodens mit dem gut verstählten Spiralbohrer und Einsetzen der ballenlosen Pflanze in Rasenasche. Diese Pflanzung wird, alle Arbeiten zusammengerechnet, für 10 000 Pflanzen ca. 30—35 M. erfordern.

Nach Jäger werden mittels einer Tagarbeit eingepflanzt:
600—700 2jährige Kiefern mit dem zweizölligen Bohrer;
450 Stück 2—3jährige Kiefern mit dem dreizölligen Bohrer;
600—650 Stück 2—3jährige Kiefern mit dem kegelförmigen Pflanzspaten;
100 Stück 4—6jährige Kiefern mit dem gewöhnlichen Spaten und Ballen;
600 Stück 2—5jährige Fichten mit dem zweizölligen Bohrer;
450 Stück 2—5jährige Fichten mit dem dreizölligen Bohrer;
225 Stück 2—5jährige Fichten in Büscheln;
350 Stück 3—6jährige Buchenlohden ohne Ballen;
125 Stück 4—5 Fuß hohe Eichen in 1 Fuß weite und 1 Fuß tiefe Pflanzlöcher;
während 1000—1500 einjährige Kiefernpflanzen in gelockerten Boden mit dem Pflanzholz gesetzt werden können.

Gayer hat in seinem Waldbau (1880) die üblichen Pflanzverfahren beschrieben und die Pflanzung mit Hacke und Spaten als die vorzüglichste Verpflanzungsmethode bezeichnet, weil ungezwungen alle Verhältnisse geschaffen werden, welche zum guten Gedeihen der Pflanze erforderlich sind. Aber diese Ansicht beruht keineswegs auf dem Ergebnis vergleichender Versuche über Kosten und Erfolg der verschiedenen Pflanzmethoden unter gleichen Verhältnissen.

Wenn wir zurückblicken auf die Vorschläge der Waldbauschriftsteller, so kann man nicht sagen, daß auf dem Gebiet, welches die Forstwirte mit besonderer Vorliebe bebaut haben, die einzuschlagenden Wege scharf und klar durch die Ergebnisse exakter Forschung vorgezeichnet worden sind. Den Waldbauschriftstellern mangeln offenbar allgemein gültige Richtpunkte für die Würdigung der in den Manipulationen und im Kostenaufwand sehr verschiedenen Pflanzverfahren, die nur durch langjährige vergleichende Versuche beigebracht werden konnten. Pfeil verweilt deshalb mit besonderer Ausführlichkeit bei der Erziehung und Einpflanzung einjähriger Kie-

fern mit sehr langen Wurzeln — einem Verfahren, dem man anderseits eine größere Leistungsfähigkeit im Sandboden abspricht. Karl Heyer befürwortet den von ihm konstruierten kleinen Hohlbohrer. Jäger verwirft diesen Hohlbohrer und hält, weil er günstige Erfolge mit dem Biermannsschen Verfahren erzielt hat, dem letzteren eine Lobrede; und endlich glaubt Karl Gayer die größten Wirkungen mit Hacke und Spaten erreichen zu können.

8) Die praktische Verwirklichung der Pflanzverfahren.

Seit dem Jahre 1850 ist, wie oben nachgewiesen wurde, die Holzsaat, die früher — mit Ausnahme des norddeutschen Kieferngebiets, der Main- und Rheinebene, der Fichtenkulturen im Harz, auch in Sachsen und Thüringen — im Vordergrund bei der künstlichen Verjüngung der deutschen Waldungen stand, durch die Holzpflanzung langsam, aber stetig zurückgedrängt worden. Aber man hat die Methoden der Holzpflanzung nicht hinreichend nach ihrer Leistungsfähigkeit untersucht und gewürdigt*). Man hat nicht durch vergleichende Versuche ermittelt, bei welcher Bodenbeschaffenheit die billigen, rasch fördernden und bei genügender Bodenfrische und Bodenlockerheit vollkommen sicheren Spaltpflanzungen — namentlich mit dem Pflanzbeil — ausreichend und ebenso erfolgreich sind, als das Einsetzen größerer Pflanzen mit oder ohne Ballen in tiefe Löcher u. s. w. Man hat nicht die Kulturflächen ausgeschieden, welche infolge ihrer abnormen Beschaffenheit tiefe Bodenlockerung, Beigabe von Humus, Rasenasche 2c. bedingen. Wir haben gesehen, daß die Ballenpflanzungen mit dem Hohlbohrer 2c. wahrscheinlich den doppelten, die Löcherpflanzungen mit der Hacke 2c. den fünf- bis zehnfachen Kostenaufwand der Spaltpflanzungen erfordern, d. h. mit Einschluß der im großen Kulturbetrieb im Laufe von zehn Jahren notwendigen Nachbesserungen. Für die besseren Waldböden haben

*) Der Leser wird mir verzeihen, wenn ich die schon mehrmals betonten Gesichtspunkte wiederholt in den Vordergrund stelle. Ich habe, im Getriebe einer größeren Verwaltung stehend, nicht die Zeit gefunden, meine Gedanken überall in ein logisch geordnetes System einzuzwängen. Uebrigens sind nach meiner Ueberzeugung diese Aufgaben für die Fortbildung unseres schönen Berufsfachs so wichtig, daß eine wiederholte Hervorhebung derselben kaum schädlich sein kann.

sonach die kostspieligen Pflanzverfahren nur dann Berechtigung, wenn sie den doppelten, den fünf- und zehnfachen Nutzeffekt gewähren. An einen derartigen Erfolg ist aber gar nicht zu denken.

Ich lege indessen nicht das entscheidende Gewicht auf den Kostenaufwand, denn das Kulturkostenkapital spielt bei Licht betrachtet eine geringe Rolle unter den Kapitalkräften, über die der Forstmann disponiert. Viel gewichtiger ist der Umstand, daß man bei Anwendung dieser langsam förderndеn Pflanzverfahren die Arbeitskräfte nicht findet zur durchgreifenden künstlichen Verjüngung der Holzbestände, für die alsbaldige Bepflanzung der Verjüngungsflächen unter Schirmstand. Ich habe die Vorteile dieser Verjüngungsart im Eingang dieses Abschnitts ausreichend dargestellt. Aber ich bin weit davon entfernt, diese künstliche Vorverjüngung unter Schirmschlag als alleiniges, unter allen Verhältnissen erfolgsicheres Kulturmittel zu bezeichnen. Ich will mit diesen Erörterungen meine Fachgenossen nur anregen zu exakten, komparativen Kulturversuchen, die nicht nur den Kostenaufwand mit dem Anschlagen, sondern auch mit dem späteren Fortwachsen und dem Gewinn durch den Wertzuwachs des Oberholzes zu vergleichen haben. Diese Kulturversuche sind ohne Frage eine der wichtigsten Obliegenheiten der Waldbaupraxis.

Der Kahlschlag ist (man kann dies nicht genug wiederholen) stets ein Uebel — allerdings oft ein notwendiges Uebel. Die Bepflanzung kann, auch wenn sie im nächsten oder zweiten Frühjahr mit löcherförmiger Bodenlockerung erfolgt, den Schaden nicht ausgleichen, den die Sonne, der Wind und die bald erscheinenden Unkräuter durch die Austrocknung und Verhärtung des Bodens verursachen. Wenn im Sommer eine große Dürre eintritt, so werden diese Löcher, Riefen und Platten bald ihren Wassergehalt an die umgrenzenden, nicht lockeren Bodenschichten verlieren. Man kann zwar ohne exakte, vergleichende Versuche nicht bestimmen, ob die kleine Pflanze, die auch einen kleinen Körper mit Wasser zu speisen hat, oder die große Pflanze, die für ihre Verdunstung große Wassermengen verbraucht, in besserer Weise während der trockenen Zeit ihr Leben fristen wird. Aber die bisherige Verwendung großer, namentlich verschulter Pflanzen kann, wie wir sehen werden, glänzende Resultate nicht

aufweisen. So viel ist sicher, daß der Schirmstand bei rechtzeitiger Lichtung dem Holzanbau die günstigsten Bedingungen darbietet.

Bis jetzt hat die Bepflanzung von Kahlschlägen (von Saumschlägen und größeren Freischlägen) die Regel des künstlichen Holzanbaues gebildet. Dabei scheint das Einsetzen großer, zumeist verschulter Pflanzen in Löcher mittels der Hacke ꝛc. zumeist angewendet worden zu sein; nur bei der Kultur der Kiefer, namentlich im Sandboden, hat man einjährige Pflänzlinge mittels Setzholz und ähnlicher Instrumente mit nennenswerter Verbreitung eingepflanzt. In den meisten Ländern Deutschlands sind so hohe Pflanzungskosten per Hektar Kulturfläche verausgabt worden, daß man fragen darf, ob die Tiefkultur mit dem Untergrunds- und namentlich mit dem Dampfpflug, wenn dieselbe örtlich anwendbar ist, einen viel höheren Kostenaufwand veranlaßt, dagegen eine viel größere Wirkung (siehe oben) erzielt haben würde.

Im Herzen der Lüneburger Heide haben die Kosten der Tiefkultur auf 50—60 cm Tiefe 60,16 M. per Hektar betragen; unter Einrechnung der Kosten für gemischte Nadelholzkulturen und Eichelsaaten mit Schutz- und Treibholz, Pflanzenerziehung und Ankauf, Nachbesserungen, Wegeanlagen ꝛc. berechnen sich 108,1 M. Gesamtkulturkosten per Hektar. Bei minder schwierigen Bodenverhältnissen wird die Tiefkultur mit Spaltpflanzung und einschließlich der Pflanzenerziehungskosten 90—110 M. per Hektar selten übersteigen. Welche Kulturkosten hat man dagegen thatsächlich aufgewendet und mit welchem Erfolg?

Für Preußen lassen sich leider diese Kulturkosten nicht angeben, weil die Fläche nicht bekannt ist und die Wegbaukosten gemeinsam mit den ersteren nachgewiesen wurden. Die Kulturkosten in Bayern werden auf 49,02 M. per Hektar für die Periode 1861—67, die 20 Jahre zurück liegt, angegeben; sie würden bei gleicher Kulturfläche im Jahre 1880 = 71,2 M. per Hektar betragen haben. Allein bei der Flächenangabe scheint nicht die ursprüngliche Schlagfläche angenommen, sondern es scheinen gleichzeitig die Flächen der Nachbesserungen als neue Kulturflächen wiederholt vorgetragen worden zu sein, denn die Kulturfläche, für welche der Kostenaufwand berechnet ist, beträgt $^{1}/_{71}$ der gesamten produktionsfähigen Staatswaldfläche und es ist doch nicht anzunehmen, daß

in Bayern seit etwa 50 Jahren jährlich der 71. Teil der Staatswaldfläche künstlich angebaut worden ist, während die planmäßige Umtriebszeit, die wohl selten erreicht wurde, in diesem Lande 115 Jahre beträgt. Man darf sicherlich annehmen, daß faktisch die Angriffsflächen im Hochwald, Mittel- und Niederwald zur Zeit nicht wesentlich größere geworden sind, als in der Periode 1825—55. Wären sämtliche Angriffsflächen voll und ganz künstlich angebaut worden, was offenbar nicht der Fall ist, so würde sich immerhin eine Kulturkostenausgabe von 131 M. per Hektar nach der wirklichen Ausgabe per 1880 (870 704 M.) berechnen.

Für die Staatswaldungen Sachsens wird per 1874—78 eine Kulturkostenausgabe von 76,27 M. per Hektar nachgewiesen; jedoch auch hier nicht für die ursprüngliche Schlagfläche, sondern unter Einrechnung der nachgebesserten Fläche. Wenn man die volle Kultur der normalen Schlagfläche für die 95jährige Umtriebszeit annimmt, so ergeben sich 104 M. per Hektar.

In Württemberg wird zwar der Kulturaufwand auf 106 M. per Hektar angegeben; allein die der Berechnung zu Grunde gelegte Fläche entspricht der 49jährigen Umtriebszeit. Für die im Wirtschaftsplan veranschlagte, jährlich zu kultivierende Fläche berechnet sich ein Kostenaufwand von 165 M. per Hektar und für die Normalfläche der thatsächlich bestehenden 104jährigen Umtriebszeit noch viel mehr. Während die Pflanzungskosten bei der oben genannten Spaltpflanzung mit Beil und Eisen 14 M. per 10 000 Stück betragen, waren in Württemberg 62 M. per 10 000 Stück erforderlich (jedesmal ohne Erziehungskosten, die für Württemberg auffallend niedrig angegeben werden). Auf der planmäßigen Fläche sind dabei 13 020 Stück per Hektar verwendet worden; es scheinen sonach die kostspieligen Kulturen nicht immer besonders gut angeschlagen zu sein, denn bei den Spaltpflanzungen reicht man zumeist mit 8—9000 Stück aus. Auch waren sonderbarerweise in Württemberg die Pflanzungen teurer als die Saaten; die ersteren werden auf 68 M., die letzteren auf 45 M. per Hektar berechnet (ohne Erziehungs- und sonstige Kosten). Vom gesamten Kulturkostenaufwand entfallen 1873—1878:

auf Saaten	(580 ha)	7 %
„ Pflanzungen	(3365 ha)	50 %

auf Saat und Pflanzschulen 33 %
„ sonstige Ausgaben 10 %.

In den Staatswaldungen Badens ist neuerdings die Pflanzung vorherrschend, allein auch in diesem Lande zumeist mit stärkeren Pflanzen. Es wurden verwendet im Jahre 1880: 823 389 Laubholzpflanzen, unter letzteren 49 000 Heister- und 3 988 406 Nadelholzpflanzen, darunter 267 798 Ballenpflanzen und 2 635 313 verschulte Pflanzen; ferner im Jahre 1881: 839 704 Laubholzpflanzen, darunter 65 079 Heister- und 4 517 584 Nadelholzpflanzen, unter letzteren 343 455 Ballenpflanzen und 2 455 211 verschulte Pflanzen. Demgemäß stellen sich die Kosten für die Pflanzung (ohne Pflanzenerziehungskosten) höher, wie die Kosten der Saat mit Samenausgabe. Sie haben per Hektar betragen im Jahre 1880:

Saat 42,25 M.
Pflanzung 81,37 M.

und zwar für 363 ha neu bestockte und 302 ha ausgebesserte Fläche, somit etwa 120—150 M. per Hektar für die vollständige Begründung durch Pflanzung ohne Erziehungskosten. Sie haben ferner im Jahre 1881 für Saat 49,29 M. und für Pflanzung (ohne Erziehungskosten) 75,03 M. betragen. Da auch in diesem Jahre wieder 330 ha neu durch Pflanzung angebaut und 343 ha Hektar ausgebessert wurden, so stellt sich der Kostenaufwand für vollständige Begründung der neuen Bestockung durch Pflanzung wieder ähnlich wie oben. Aus den großen Nachbesserungsflächen läßt sich auch für Baden kein günstiger Schluß auf das sichere Anschlagen der größeren Pflanzen ziehen, wenn der Boden nicht mehr die Frische und Lockerheit hat, wie ein Vorbereitungs- und Besamungsschlag.

Wenn man die weiteren Mitteilungen über die von der forstlichen Praxis angewendeten Pflanzungsverfahren überblickt, so tritt klar hervor, daß die Forstwirte dem Einsetzen großer Pflanzen mit der Hacke, dem Spaten &c. in breite und tiefe Löcher besondere Vorliebe gewidmet und die Verwendung kleiner Pflanzen in der Hauptsache auf den lockeren Diluvialsand, die Pflugfurchen und den vollständig geackerten Boden beschränkt haben.

In den amtlichen Wirtschaftsregeln für die bayrischen Staatswaldungen wird die Ballenpflanzung mit dem Spaten, mit der Schaufel,

dem Hohleisen, dem Stech- und Hebspaten, der Stockhaue ꝛc. in den Vordergrund gestellt; nur im Spessart (1851), in der Oberpfalz (1860), im Pfälzerwald (1864) wird das Pflanzen junger, kleiner Pflanzen, zumeist mit dem Bohligschen Pflanzeisen, amtlich gestattet. Durch eine Staatsministerialentschließung vom 20. März 1862 wird angeordnet, daß die Pflanzung im Vergleich mit der natürlichen Verjüngung und der Saat nur subsidiär und zwar insbesondere da in Anwendung kommen soll, wo kein Schirm vorhanden ist, dennoch aber in den ersten Lebensjahren schutzbedürftige Holzarten angebaut werden sollen, ferner auf sehr feuchten und sehr trockenen Standorten, besonders auf sehr dürrem, losem Sande mit ausgemagerter Oberfläche, dann auf sehr kräftigem, zum Graswuchs geneigtem oder doch sonst stark mit Unkraut überzogenem Boden, endlich zur Vervollständigung lückiger, bereits ziemlich herangewachsener Schläge und Kulturen, sowie beim Einbau der Fichte in Föhrenstreifensaaten. Die allgemeine Einbürgerung der Pflanzung mit dem Pflanzbeil und ähnlichen Werkzeugen liegt in Bayern, wie es scheint, noch in weiter Ferne.

In den württembergischen Wirtschaftsregeln ist meistens das Einsetzen 1jähriger Kiefern und 2—5jähriger Pflanzen von den übrigen Holzarten aus Saatbeeten angeordnet, wenn die Holzpflanzung zur Sprache gebracht wird. Hierbei soll man indessen, wenigstens im Schwarzwalde und im sog. Unterland, Löcher mit der Haue und dem Spiralbohrer anfertigen. Bei Fichten ist die Verpflanzung mit verschultem Material vorwiegend.

In Hannover wurde 1870, wie Burckhardt behauptet, die Kiefer „reichlich noch ebensoviel gesäet, als gepflanzt“, jedoch wurde die Saat immer mehr von der Pflanzung verdrängt. „Einen wesentlichen Aufschwung hat die Pflanzkultur durch Verwendung 1- bis höchstens 2jähriger Pflanzen genommen, welche mit entblößten Wurzeln und zwar in der Regel in gelockerten Boden versetzt werden.“ „Die früher vorausgesetzte größere Sicherheit der Ballenpflanzung gegen Dürre hat sich,“ wie Burckhardt versichert und wie schon oben angeführt wurde, „in anhaltend trockener Zeit nach neueren Beobachtungen nicht bestätigt, und umgekehrt hat man den in gelockerten Boden gesetzten nacktwurzeligen Jährlingen kaum zugetraut, was sie in dürrer Zeit geleistet haben, ein Erfolg, der in Heiden ausschließlich der Lockerung und der einigermaßen lang entwickelten Wurzel neben übrigens sachgemäßer Behandlung beizumessen ist. Selbst der trockene ärmere Sandboden hat auf gelockerten Streifen und Pflanzplatten, wie in gelockerten Furchen das möglichste geleistet. Der sichere Erfolg der Jährlingspflanzung im eigentlichen Kiefernboden beruht im wesentlichen auf der Bodenlockerung.“

Dagegen wird, wie Burckhardt weiter mitteilt, seit den 30er Jahren die Fichte am Harze nicht mehr gesäet, sondern nur gepflanzt. In den letzten 20 Jahren (vor 1870) hat die Büschelpflanzung der Einzelpflanzung aus Pflanzschulen weichen müssen. Die allgemeinste Methode der Fichtenpflanzung ist die Löcherpflanzung; die Löcher werden im Bergboden in der Regel mit der schmäleren Rodehacke, in stein- und wurzelfreien Böden häufiger mit den Spaten gemacht; zum Einpflanzen bedient man sich auch des Niederstädtschen hölzernen Pflanzhammers, der vorn handbreit ausgemollt ist, am meisten leisten indessen

die „zehn Finger“. Die Pflanzung mit dem Buttlarschen Eisen, in Hügel, auf Rabatten, Platten ꝛc. beschränkt sich mehr oder weniger auf besondere Oertlichkeiten. Die Eiche wird vorherrschend durch Saat künstlich verjüngt; doch „hat auch die Pflanzung ihr Feld und ihre Freunde“. Man pflanzt zumeist 3—4 m hohe Heister in 3,0—3,5 m Quadrat, jedoch hat sich auf minder feuchten Sandböden diese Heisterpflanzung am wenigsten bewährt, weil die hier stark entwickelten Pfahlwurzeln beim Roden abgestoßen werden. Die Buche wird in Hannover vorherrschend natürlich verjüngt; außer den Nachbesserungen pflanzt man nur bei besonderen Verhältnissen. Höhere Wüchse, Oberholzpflanzung, Mangel an Schonungsjahren ꝛc. machen die Heisterpflanzung (etwa 3 m hoch) mehr oder weniger zum Bedürfnis; auch auf zurückgegangenem, namentlich bindigem Boden, selbst auf solchem mit einigem Heidelbeerüberzug haben gute Heister am ersten Erfolg (weniger für trockenen Boden), für bindiges Feldland leisten Heister und Mittelpflanzen oft mehr als kleinere Pflanzen. Für wohlerhaltenen Boden und entsprechende Schlagausbesserung eignen sich etwa 2 m hohe Mittelpflanzen. Zu Schlagausbesserungen, Bestandsanlagen, Unterbau ꝛc. sind auf trockenem, auch flachem und steinigem Boden Büschelpflanzen, $1/2$—2 Fuß hoch, das anwendbarste Sortiment, doch sind bei der Bestandsausbildung Lohden im Vorteil wegen der Verwachsungen, Verschlingungen und Stammverrenkungen der Büschelpflanzungen. Klemmpflanzungen mit kleinen Pflanzen setzt in der Regel Bodenlockerung oder mürben Boden voraus.

Nach den amtlichen „Beiträgen zur Kenntnis der forstlichen Verhältnisse der Provinz Hannover“ (1881) ist bei dem Anbau der Kiefer aus der Hand die Saat etwas mehr vertreten, als bei der Fichte, sie steht indessen auch bei jener sehr erheblich gegen die Pflanzung zurück. Im übrigen entsprechen die Verhältnisse der Burckhardtschen Darstellung.

Im gothaischen Antheil des Thüringer Waldes ist man, wie Heß (1862) mitteilt, allgemein zum Pflanzverfahren seit 1840 übergegangen. Nur Kiefern und Lärchen werden hie und da noch durch Saat angebaut, wiewohl auch die Pflanzung zweijähriger Kiefern und Lärchen sich immer mehr eingebürgert hat. In den höchst gelegenen Revieren ist die Büschelpflanzung der Fichte (mit 2—4 drei bis sechsjährigen Pflanzen) vorherrschend, jedoch wird sie immer mehr auf ganz besondere Oertlichkeiten (Viehweiden u. s. w.) verdrängt. Für die Einzelpflanzung werden die Fichten in Saatbeeten zwei Jahr lang belassen, hierauf in „Stopfgärten“ verschult, aus denen sie nach 2—3 Jahren mit den Ballen ins Freie und zwar in Löcher versetzt werden. Die Kosten der Pflanzungen im Freien betragen im ganzen (mit Transport) auf gutem, wenig verrastem und nicht steinigem Boden ca. 60 M. per 10 000 Pflanzen (bei einem Verband von 1,15—1,41 m Abstand) und auf trockenem, stark verrastem, steinigem Boden, wo teilweise Erde beigefüllt wurde, 80—90 M. per 10 000 Pflanzen, sind sonach sehr beträchtlich.

Ich kann diesen Abschnitt nur mit der wiederholten Mahnung schließen, an allen Orten vergleichende Kulturversuche bald zu beginnen und die Resultate zu veröffentlichen.

Bei diesen Untersuchungen ist die Wohlfeilheit der erstmaligen Kulturausführung nicht in erster Linie maßgebend; selbst unter Einrechnung der Nachbesserungskosten ist die Kostenausgabe kein untrüglicher Maßstab. Vielmehr ist die Zeit, binnen welcher die Vollbestockung (mit der nutzbringendsten Entfernung der Pflanzen) hergestellt wird, der ausschlaggebende Faktor, somit die Erfolgsicherheit der Pflanzungen. Selbstverständlich reden bei dieser Entscheidung die örtlich verwendbaren Arbeitskräfte und die disponiblen Geldmittel ein beachtenswertes Wort mit und deshalb wird man zumeist zu den oben befürworteten Spaltpflanzungen greifen müssen, wenn die Verjüngung der Waldungen hauptsächlich durch Pflanzung geschehen soll. Für Kulturflächen, die nicht die erforderliche Lockerheit, Tiefgründigkeit und Frische haben, wird die tiefe Lockerung (möglichst total), die volle Beachtung der Forstwirte verdienen und deshalb die Wirkung derselben mit besonderer Sorgfalt zu konstatieren und den Kosten gegenüberzustellen sein.

IV.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

A. Wahl der Verjüngungsverfahren.

1) Bei der Verjüngung der schattenertragenden Holzarten, namentlich der Rotbuche, Weißtanne und Fichte, erscheint aus allgemeinen Gesichtspunkten für die besseren Waldböden, auf denen die Holzpflanzen genügende Lockerheit, Feuchtigkeit und eine ausreichende Bodenkrume finden, die künstliche Vorverjüngung durch Bepflanzung der Besamungsschläge und Schirmschläge, namentlich mittels der rasch fördernden und billigen Spaltpflanzung ungleich leistungsfähiger, als das Einstreuen der Samenkörner in den Boden der Verjüngungsschläge durch die Natur oder Menschenhände — nicht nur wegen der vom Schutzbestand bewirkten Beschirmung des Bodens gegen Austrocknung, Verhärtung und Unkrautwuchs, sondern vor allem wegen des Zuwachsgewinns.

Bei der Verjüngung der lichtbedürftigen Holzarten, namentlich der Lärche, Kiefer und Eiche, würde der Schutzbestand sehr

bald stark zu lichten und hierauf rasch zu räumen sein; die Beschirmung des Bodens bleibt ohne die entsprechende Wirkung, während durch die Abräumung des Schutzbestandes der Nachwuchs beschädigt wird. Es ist deshalb zweckmäßiger, Kahlhiebe zu führen und die entblößten Flächen ohne Verzug zu bepflanzen. Seitlich geschützte, schmale und lange Saumschläge und kesselförmige Verjüngungsflächen — letztere in geschützten Lagen — sind dabei zu bevorzugen.

2) Im allgemeinen hat weder für die frischen, lockeren und tiefgründigen, noch für die mehr trockenen, an der Oberfläche verhärteten, mit Forstunkräutern ꝛc. überzogenen Böden (mit Ausschluß der Böden extremer Beschaffenheit) das Einsetzen großer Pflanzen (Ballenpflanzen, verschulte Pflanzen ꝛc.) vorläufig keine Berechtigung, bevor durch komparative Untersuchungen die höhere Leistungsfähigkeit dieser Kulturmethode im Vergleich mit dem Mehraufwand von Erziehungs-, Bodenbearbeitungs- und Einpflanzungskosten nachgewiesen ist. Die Abräumung des Bodenüberzugs, Lockerung der Pflanzstellen ꝛc. hat bei der zuletzt erwähnten Bodenbeschaffenheit unter allen Umständen zu geschehen, sowohl beim Einpflanzen großer, wie beim Einsetzen kleiner Pflanzen. Bei abnormer Bodenbeschaffenheit (Sumpf- und Felsböden ausgenommen) wird in der Zukunft zu untersuchen sein, ob die Tiefkultur (mit dem Untergrundspflug) möglich ist und wie sich der Kostenaufwand und Erfolg dieser Tiefkultur (mit Spaltpflanzung) zu dem Kostenaufwand und dem Erfolg beim Einsetzen großer Pflanzen in tiefe Löcher ꝛc. verhält.

3) Die meisten Waldbaulehrer befürworten den Holzanbau statt der natürlichen Verjüngung und auch die Dissidenten wissen keine durchschlagenden Gründe für die höhere Leistungsfähigkeit der natürlichen Verjüngung anzuführen.

B. Regeln für die natürliche Verjüngung.

4) Die gegen Ende des vorigen Jahrhunderts eingehaltenen Verfahrungsarten für die Nachzucht der Rotbuche, welche die Besamung durch Stellung von Vorbereitungs- und Besamungsschlägen erzielten und durch öftere Aus-

lichtungshiebe nach dem Lichtbedarf des Nachwuchses die Verjüngung vollenden, waren nach den inzwischen gesammelten Erfahrungen in folgenden Hauptrichtungen zu ergänzen und weiter auszubilden. Es war zu bestimmen, welchen Lichtgrad die anfängliche Schlagstellung und die weitere Auslichtung nach dem verschiedenen Lichtbedürfnis der nachwachsenden Holzgattungen und nach der Beschaffenheit des Bodens und der Lage einzuhalten hatte. Hierbei waren namentlich die trockenen, sehr lockeren, flachgründigen Böden und die sonnigen Lagen in Gegensatz zu bringen zu den Mitternachtsseiten und den Standorten mit frischem, tiefgründigem, bindendem, zumal graswüchsigem Boden. Man hatte namentlich bei der Verjüngung der Holzbestände auf den zuerst genannten Standorten die Bedeutung des Taugenusses für die Turgescenz der jungen Pflanzen während der heißen, trockenen Sommermonate genau durch komparative Untersuchungen zu ermitteln. Man hatte ferner die Tauglichkeit des Vorwuchses für die Verjüngung der Weißtanne, Fichte und Buche genau festzustellen. Man hatte endlich zu untersuchen, ob bei der Verjüngung der lichtbedürftigen Holzarten (namentlich der Eiche und Kiefer) der Schirmschlag eine entsprechende Wirkung ausübt oder die natürliche Verjüngung durch den Kahlschlagbetrieb mit Nutzen ersetzt werden kann.

5) Die Vorschriften Georg Ludwig Hartigs bezüglich der natürlichen Verjüngung der Rotbuche bekunden keinen Fortschritt gegenüber den Gebräuchen, die gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, namentlich in den kurhessischen Buchenwaldungen in Uebung waren. Hartig hat weder den Vorbereitungsschlag, noch die allmählich zu vollziehenden Auslichtungsschläge vorgeschrieben, sondern im wesentlichen drei Stufen der Verjüngungshiebe — die Samenschläge, Lichtschläge und Abtriebsschläge.

Heinrich Cotta kehrte dagegen zu den früheren Verjüngungsregeln zurück.

Hundeshagen erwähnt zwar wie Hartig drei Abtriebsstufen; allein der Licht- und Abtriebsschlag soll allmählich, zumal auf trockenem Boden, vollzogen werden. Hundeshagen lehrt auch, im Gegensatz zu Hartig, die rasche Lichtung der Besamungsschläge in sonnigen Lagen mit trockenem Boden.

Die Leistungen Pfeils sind auch auf diesem Gebiete — sowohl im allgemeinen, als auch im Hinblicke auf die Regelung des Verjüngungsbetriebs nach Maßgabe der örtlichen Verschiedenheiten, die dieser Schriftsteller unausgesetzt betont hat — unfruchtbar geblieben.

Gwinner befürwortet dagegen dunkle Haltung der Verjüngungsschläge bis zur erfolgten Besamung und hierauf in rauhen, exponierten Freilagen und auf trockenem Boden in sonnigen Lagen, auch in Frostlagen raschere und belangreichere Lichtung, als im milden Klima, auf frischem, zumal graswüchsigem Boden und auf den kühlen Mitternachtsseiten der Berge.

Die nachfolgenden Waldbaulehrer geben die gleichen Vorschriften wie Gwinner; nur soll nach Burckhardt auf trockenem Boden schon der Besamungsschlag licht gestellt und alsbald weiter gelichtet werden. Grebe betont hauptsächlich die günstigen Wirkungen des Vorbereitungsschlages hinsichtlich der Zubereitung des Keimbetts.

Bezüglich der Verjüngung der Fichte befürworten die meisten Schriftsteller die ziemlich lichte Stellung der Besamungsschläge (mit einer Entfernung der Astspitzen von 6—8 Fuß) und Räumung der Auslichtungsschläge 3—4 Jahre nach erfolgter Besamung, wenn die Pflanzen ca. 1 Fuß hoch geworden sind. Auf kräftigem, graswüchsigem Boden kann die Räumung nach 6 bis 8 Jahren der Besamung nachfolgen. In nicht geschützten Lagen sind schmale und lange Saumschläge mit künstlichem Holzanbau der natürlichen Verjüngung vorzuziehen; dagegen ist auf steinigem Boden die natürliche Verjüngung beizubehalten. Spring- und Coulissenschläge, Wechselschläge 2c., bei welchen die Besamung durch den seitlich stehenden Mutterbestand erfolgt, sind nicht empfehlenswert.

Die Weißtanne wird in ähnlicher Weise verjüngt, wie die Rotbuche. Jedoch hat die Lichtung im zweiten, höchstens dritten Jahr nach erfolgter Besamung bei dieser Holzart besonders günstige Wirkungen, zumal auf trockenen, armen Standorten und in sonnigen Lagen.

Die Verjüngung der Eiche, Kiefer, Lärche 2c. auf natürlichem Wege erfordert lichte Stellung der Schirmschläge, rechtzeitige und ausgiebige weitere Lichtung und rasche Abräumung des

Oberstandes nach erfolgter Besamung. Jedoch kann diese Räumung auf sehr gutem, graswüchsigem Boden bei Eichen und Kiefern langsamer erfolgen. Vielfach befürworten die Schriftsteller den Holzanbau statt der natürlichen Besamung.

6) Die forstliche Praxis hat im neunzehnten Jahrhundert im wesentlichen die Verjüngungsregeln der Waldbaulehrer befolgt. Die Laubholzwaldungen wurden mittels der Hiebsstufen des Femelschlagbetriebes verjüngt und die verbliebenen Lücken vorherrschend mit starken Nadelholzpflanzen, Eichenheistern 2c. ausgepflanzt. Besondere Beachtung hat man dem Einbau von Eichenhorsten in die Verjüngungen der Rotbuche zugewendet. Im Spessart wurden den Eichenhorsten eine immer größere Ausdehnung gegeben; sie sollen zuerst $^3/_{10}$ und später $^5/_{10}$ der Gesamtfläche bestocken. Seit 1835 werden diese Eichenhorste im Spessart mit Buchen unterbaut. Neuerdings werden größere, über 1 ha große Eichenbestände angebaut.

Die Verjüngung der Fichte auf natürlichem Wege ist namentlich im Thüringerwald, in einigen Gegenden Bayerns 2c. gebräuchlich — zumeist mittels schmaler Schläge und mit Zuhilfenahme des Anbaues aus der Hand. Dagegen erfolgt der Anbau durch Menschenhände (zumeist auf kleine Verjüngungsschläge) u. a. in Sachsen, im Harz, in Württemberg, in der Oberpfalz 2c. Bei der natürlichen Verjüngung erfolgt häufig die Räumung 6—8 Jahre nach der Besamung.

Die Weißtanne verjüngt man im Frankenwald mittels langer, schmaler Schläge und 10—12jähriger Verjüngungsdauer. Im badischen Schwarzwald legt man der Löcherverjüngung (mit einer Größe von 36—72 qm auf gutem Boden) besonderen Wert bei. Im württembergischen Schwarzwald werden nur die besseren Böden natürlich verjüngt; ärmere Bodenteile werden mittels langgestreckter Streifen kahl abgeholzt und bepflanzt.

Die natürliche Verjüngung der Kiefer wird nur noch selten bethätigt. Die Anpflanzung schmaler Saumschläge hat die Oberherrschaft erlangt und vielfach benutzt man die Pflugkultur zu vorheriger Bodenbearbeitung.

C. Saat und Pflanzung.

7) Bei der künstlichen Verjüngung der Waldungen ist die **Holzsaat** auf Freischläge oder Schirmschläge durchaus zu verwerfen. Die Saaten treten nicht früher in Schluß und können daher den Boden nicht früher beschatten, wie die Holzpflanzungen. Die Saaten werden oft zu dicht und oft licht und lückig, während die richtige Stellung und Entfernung der Pflanzen, die sich durch die Holzpflanzung herstellen läßt, die Produktion der aufwachsenden Holzbestände sehr wesentlich verstärkt. Die Keimlinge finden in der oberen, bald austrocknenden Bodenschicht während der heißen Sommermonate nicht den Feuchtigkeitsgehalt, wie die tiefer wurzelnden Pflänzlinge und deshalb kommt bei anhaltender Dürre die Reihe des Vertrocknens zuerst an die Saaten. Die Wahl der Saat statt der Pflanzung würde nur dann diskussionsfähig sein, wenn die Kostenausgabe bei der Saat viel geringer sein würde, wie bei der Pflanzung. Es ist aber das Gegenteil der Fall, wie sich aus der Vergleichung der Ausgaben für die Arbeit zur Herrichtung des Keimbeets und für Samen ꝛc. ohne weiteres ergibt.

Auch die Waldbaulehrer befürworten einstimmig die Pflanzung und beschränken die Anwendung der Saat auf Ausnahmefälle. In der forstlichen Praxis tritt in der neueren Zeit die Pflanzung immer mehr in den Vordergrund.

8) Bei der **Bodenbearbeitung** für jede Art der Verjüngung hat der Umbruch der gesamten Schlagfläche mittels Tiefkultur (Untergrundspflug) ohne Frage die höchste Leistungsfähigkeit — nicht nur hinsichtlich der Begründung, sondern auch hinsichtlich der wesentlichen **Erhöhung** der Produktion, welche der begründete Bestand ohne Lockerung (namentlich auf minder guten Standorten) liefern würde. Es ist wahrscheinlich, daß die Tiefkultur auch bei der Forstwirtschaft, wenn der Boden nicht felsig, flachgründig und steinig und die Lage nicht zu stark geneigt ist, Anwendung zu finden hat, was zu beachten und zu untersuchen ist, wenn kostspielige Bodenbearbeitung durch Löcherhacken ꝛc. notwendig erscheint.

Die partielle Bodenbearbeitung (Pflugstreifen, Furchen, Mulden, Gräben, Riefen, Plätze, Löcher ꝛc.) steht der totalen Bearbeitung an Wirkungskraft weit nach, weil die Wasserbewegung im Boden

sehr rasch erfolgt und somit die nicht bearbeiteten, oft mit Unkraut bewachsenen, stark verdunstenden Zwischenstreifen die Feuchtigkeit der bearbeiteten Streifen an sich ziehen werden. Diese partielle Bodenbearbeitung kann nur das Anwurzeln der Pflänzlinge erleichtern. Sie wird mit sehr verschiedenen Werkzeugen (Pflügen, Spaten, Hacken 2c.) vollzogen, die örtlich gebrauchten Werkzeuge sind so lange beizuhalten, bis die höhere Leistungsfähigkeit der fremden Werkzeuge durch vergleichende Versuche nachgewiesen worden ist.

9) Beim Ankauf des Samens hat man auf möglichst große und wohlausgebildete Körner zu sehen. Für die Vornahme der Keimproben mittels der Topfprobe und der verschiedenen Keimapparate, für die Vergleichung der Keimprozente mit den Keimprozenten eines guten Samens, für die Ermittelung des Gewichts der Samenkörner, die Bestimmung der Aussaatmenge bei Vollsaaten, Riefen- und Plattensaaten, die Bedeckung des Samens, die Keimungszeit 2c. findet man die bis jetzt zuverlässigsten Angaben S. 392—394 zusammengestellt.

10) Die Pflanzenzucht in Forstgärten hat für den gesamten Verjüngungsbetrieb die Regel zu bilden. Die Verfahrungsarten, die bis jetzt sich bewährt haben und am meisten im Gebrauch sind, findet man S. 397—402 zusammengestellt. Man erzieht die Pflanzen nach der Ansicht des Verfassers am nutzbringendsten in gut gelockerten und gedüngten Saatbeeten ohne Verschulung (d. h. ohne Umpflanzung der einjährigen Pflanzen in die Pflanzschule), indem man den Pflanzenstand in der Saatschule im ersten und zweiten Jahre durch Ausrupfen regelt und dabei den Pflanzen, die auf trockenen Boden mit Lockerung desselben zu versetzen sind, von vornherein im genügend geräumigen Stande zur Beförderung der Wurzelverzweigung erzieht.

11) Das Leistungsvermögen der bis jetzt angewendeten, sehr verschiedenartigen Pflanzungsverfahren ist bis jetzt nicht vergleichungsfähig und von jedem Forstmann für seinen Wirtschaftsbezirk und die wesentlichen Standortsverschiedenheiten desselben vergleichend zu bestimmen, indem der Kostenaufwand inkl. Nachbesserungen gegenüber dem Anschlagen und dem Wachstum der Pflänzlinge bis zum Dickungsalter auf nebeneinanderliegenden

größeren Versuchsflächen für die örtlich wählbaren Pflanzverfahren konstatiert wird. Bei der Vergleichung der Ergebnisse ist indessen der Wohlfeilheit einer Kulturmethode nicht das Hauptgewicht beizulegen, sondern dasjenige Verfahren zu wählen, welches den künstlichen Vorverjüngungsbetrieb mit den verfügbaren Arbeitskräften gestattet und am sichersten alsbaldige Bodenbeschattung und gutes An- und Fortwachsen der Pflanzen gewährleistet — wenn auch die Kostenausgabe sich etwas höher stellt.

Bis beweisfähige Untersuchungsergebnisse vorliegen, ist auf allen Bodenarten, auf denen die Pflänzlinge eine genügend tiefe und lockere Erdkrume finden und sonstige Hindernisse des An- und Fortwachsens (Heide, Gras, Heidelbeere, Bodenverhärtung, zu große Bodenfestigkeit ꝛc.) nicht vorhanden oder vorher (durch Platten, Löcher, Gräben ꝛc.) entfernt worden sind, die Einpflanzung ballenloser Saatschulpflanzen mit Werkzeugen, die sich leicht handhaben lassen, einen für die Wurzelverbreitung der kleinen Pflanze genügend großer Bodenspalt öffnen und die Pflanze beim Befestigen (durch Andrücken, Anklopfen) nicht beschädigen, in erster Reihe zu erproben. Unter den bisher angewendeten Werkzeugen ist das Pflanzbeil wahrscheinlich am leistungsfähigsten. Weder die Pflanzung größerer verschulter Pflanzen (gewöhnlich mit der Hacke) noch die Ballenpflanzung (mit Hohlbohrer, Hohlspaten ꝛc.) hat für die genannte Bodenbeschaffenheit Vorzüge gegenüber der Spaltpflanzung, welche bisher nachgewiesen worden sind. Die Mehrausgabe würde voraussichtlich durch Bodenbearbeitung wirksamer verwendet werden.

Wenn die Forstkultur abnorme Bodenzustände vorfindet, so steht die Bodenbearbeitung im Vordergrund. Bei verhärteten Böden wird die tiefe Lockerung und bei versumpften, torfartigen Böden die Bildung großer Hügel mit lockerer Erde, bedeckt durch umgekehrten Rasen oder locker zu erhaltender Erde, am meisten empfehlenswert sein. Die Manteuffelsche Hügelpflanzung kann nur bei sehr flachgründigem oder ganz hartem und zähem Boden in Betracht kommen und ist hier hinsichtlich ihrer Leistungen mit den Wirkungen eines möglichst tiefen Bodenaufbruchs zu vergleichen. In steinigem Boden (Steingeröll) hat sich die Anwendung des Buttlarschen Eisens mit Beigabe von Kulturerde oder Rasenasche besonders bewährt. Für die Begründung von Eichenschälwaldungen

benutzt man mit Vorteil die Eichenstutzerpflanzung (S. 426). Die Fichtenbüschelpflanzung ist ziemlich allgemein verlassen worden.

12) Die Waldbaulehrer haben dem Forstkulturbetrieb mittels Pflanzung nicht die erforderlichen Richtpunkte gegeben. Sie sind offenbar über den Kostenaufwand und Erfolg der verschiedenen Verfahrungsarten unter vergleichungsfähigen Verhältnissen ebenso im unklaren geblieben, wie die ausübenden Forstwirte und deshalb haben sie diese Kulturmethoden nur beschrieben, aber nicht abwägend gewürdigt. Pfeil befürwortet besonders die Erziehung und Einpflanzung von Kiefern mit langen Wurzeln, dem man von anderer Seite einen ungenügenden Erfolg nachsagt, Karl Heyer befürwortet den von ihm konstruierten kleinen Hohlbohrer, Jäger lobt besonders das Biermannsche Verfahren, indem er den Heyerschen Hohlbohrer verwirft — und Gayer stellt das Pflanzen mit Hacke und Spaten voran.

13) Die forstliche Praxis hat im neunzehnten Jahrhundert die Einpflanzung großer Pflänzlinge mit Bodenbearbeitung bevorzugt. Die Spaltpflanzung hat nur im Sandboden und im geackerten Boden größere Ausdehnung gefunden. Der Kostenaufwand, der in der letzten Zeit thatsächlich von den meisten Staatsforstverwaltungen für die volle Verjüngung der Kulturflächen verausgabt worden ist, wird in der Regel die Kosten der Tiefkultur mit Spaltpflanzung übersteigen.

14) Die vorstehende Würdigung der Verjüngungsverfahren will keineswegs, indem sie die Bepflanzung der Besamungs- und Schirmschläge und der frischen Saumschläge mit 1—3jährigen Saatschulpflanzen und den handlichsten, rasch fördernden Werkzeugen vorangestellt hat, diese Methode der Bestandsbegründung als untrügliches Universalmittel für alle Waldverhältnisse darstellen. Vielmehr soll dieselbe lediglich zu komparativen Kulturversuchen anregen und die Notwendigkeit derselben motivieren. Bei diesen Kulturversuchen ist, wie ich wiederholt bemerke, das entscheidende Gewicht nicht auf die Wohlfeilheit der erstmaligen Kulturausführung zu legen. Maßgebend ist überall die Sicherheit des Erfolgs; dasjenige Verfahren, welches mit den örtlich verwendbaren Arbeitskräften die Vollbestockung der Verjüngungsflächen (mit der nutzbringendsten Pflanzenentfernung) in der kürzesten Zeit erreicht, ist

vorzuziehen. Denn der Kulturkostenaufwand steht unter den Kapitalkräften, über welche der Forstmann zu disponieren hat, auf einer sehr niedrigen Stufe. Es wird sich namentlich fragen, ob die Kosten für Bodenlockerung, wenn der Boden nicht an sich locker, frisch, humushaltig und tiefgründig ist (selbst für tieferen Umbruch des Bodens), eine nutzbringende und gut rentierende Ausgabe bilden.

Zehnter Abschnitt.

Der Mittelwaldbetrieb.

In den bevölkerten Gegenden Deutschlands war, wie wir im dritten Abschnitt gesehen haben, die den Wald durchplänternde Abholzung teilweise zum Kahlhieb hingedrängt worden. Man hatte, um das benötigte Brennholz zu gewinnen, weiter greifen müssen, als auf die ältesten Stämme des Femelwaldes. Auf großen Flächen regenerierte sich die Bestockung in der Hauptsache durch die Ausschläge der Wurzelstöcke. Da man aber auch Bau- und Werkholz für die Zukunft brauchte, so ließ man, als die haushälterische Benutzung der Waldungen begann, Stangen und stärkere Bäume in die Stockausschläge einwachsen. Bei jeder Abtriebszeit des Unterholzes blieben schöne, wüchsige Stangen stehen, sog. Laßraidel. Es bildete sich hierdurch eine gewisse Gradation im Oberholz; vor dem fünften Hiebe des Oberholzes waren vier Altersstufen — herrührend von den jeweils bei den vier Unterholzhieben belassenen sog. Laßraideln — vorhanden und beim fünften Hiebe blieben wieder Laßraidel stehen. Man hat die Abstufung und Verteilung dieser Oberholzklassen, die man Laßraidel (Laßreiser, Bannreiser), Oberständer, angehende Bäume, Bäume, Hauptbäume und alte Bäume (letztere während des sechsten und folgenden Unterholzumtriebs) genannt hat, zu regeln gesucht und diese Bestockungsform Mittelwald genannt.

Was leistet eine derartige Verbindung des Hochwald- und Niederwaldbetriebs für die nachhaltige Lieferung der brauchbarsten Forstprodukte auf kürzestem Wege? Zurückblickend auf die Erörte-

rungen im sechsten Abschnitt kann man versucht werden, zu vermuten, daß der oberholzreiche Mittelwald nicht nur der Baumholzzucht im engen Kronenschluß weit voransteht, sondern auch größeres Leistungsvermögen hat, als die dort befürwortete Erziehung gleichalter Nutzholzstämme mit mäßiger Oeffnung des Kronenraums. Man kann sagen: im Oberholze des Mittelwaldes kann man die (im fünften Abschnitt, S. 142 besprochene) etagenförmige Zusammenstellung der Nutzholzbäume bis zur vollen Ausnutzung des Kronen- und Wurzelraumes verwirklichen und außerdem durch den Abtrieb des Unterholzes dicht schließende Stockausschläge erzeugen, selbst noch einen ansehnlichen Brennholzertrag gewinnen. Weshalb soll man dem Unterholze lediglich Funktionen als Bodenschirmholz zuweisen, wie es oben geschehen ist, ohne auf den Ertrag desselben Wert zu legen? Leider ist die Oberholznachzucht im Mittelwalde erschwert und die bodenschirmenden Laubhölzer degenerieren bald, wenn man sie fortdauernd auf den Stock setzt (während sie als Kernwuchs länger gutwüchsig bleiben). Zudem ist auf den Brennholzertrag des Unterholzes bei dem dichten Stande des Oberholzes kein Gewicht zu legen.

Vor allem wird man jedoch fragen: warum hat sich der Mittelwald so wenig der forsttechnischen Begünstigung erfreut, daß heute (wie wir im siebenten Abschnitt erfahren haben) nur noch seltene Spuren der Mittelwaldwirtschaft in Deutschland zu finden sind? Waren die Leistungen des Mittelwaldbetriebs in der That so überaus ungenügend? Im Vergleich mit der Erziehung der Waldbäume im Kronenschluß der Hochwaldbestände gewährte diese Mittelwaldwirtschaft in der Vergangenheit, wie es auf den ersten Blick scheint, sogar besondere Vorzüge. Man konnte sowohl Bau- und Nutzholz als Brennholz züchten; man konnte die stärksten, wie die schwächeren Stämme von sehr verschiedenen Holzgattungen in allen Schlägen vorrätig halten und konnte somit die Ansprüche des Holzmarkts, auch wenn dieselben wechselten, bestmöglichst befriedigen. Im freien Stande wachsen die Oberholzstämme rasch zu den gebrauchsfähigen Dimensionen heran und Brennholz konnte man im Unterholz mittels kurzer Umtriebszeiten gewinnen; man konnte den Holzbedarf der Bevölkerung „auf dem kürzesten Wege, mit dem geringsten Produktionsaufwand“ liefern. Die Massen-

produktion ist im oberholzreichen Mittelwalde, wo die Laßreiser, Oberständer und Bäume den Wachsraum fast erfüllen und überdies das schattenertragende Unterholz hineinwächst in die Kronen der Lichthölzer, welche den Oberstand bilden, nach allen Annahmen (die ja auch durch die Ertragsvergleichungen in Baden bestätigt worden sind) nicht geringer, wie im Kronenschluß des Hochwalds. Der Boden wird, wenn nach zwei oder drei Jahren ein kräftiger Stockschlag die Schlagfläche beschattet und beschirmt, nicht verschlechtert werden.

Hat man, bevor der Mittelwaldbetrieb verlassen worden ist, die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der besten Form des Mittelwaldbetriebs mit der Wertproduktion der Hochwaldbestände genau in Vergleichung gebracht und dabei den überzeugenden Beweis geführt, daß die Leistungsfähigkeit des Mittelwaldes unzureichend ist? Hat man die beste Form des Mittelwaldbetriebs durch eingehende Untersuchungen ermittelt?

Man kann die Mittelwaldbestockung sehr verschiedenartig gestalten. Zwar ist es selbstverständlich, daß für das Oberholz lichtbedürftige und für das Unterholz schattenertragende Holzarten zu wählen sind. Aber es gibt viele lichtbedürftige und viele schattenertragende Holzgattungen. Man muß wissen, wie sich die zu Oberholz geeigneten Lichthölzer hinsichtlich der Massen- und Wertproduktion verhalten, welchen Brennholzertrag die anbaufähigen Unterholzgattungen liefern und was dieselben für den Bodenschutz leisten. Man kann den Oberholzbestand sehr licht und sehr vereinzelt stellen. Man kann die Ueberschirmung sowohl durch eine überwiegende Menge von 60—90jährigen, als auch durch eine große Anzahl von 120—150jährigem Oberholz herstellen. Man kann das Unterholz im 15jährigen, 20jährigen, 30jährigen, sogar im 35jährigen und 40jährigen Turnus bewirtschaften. Es ist offenbar zu wissen nötig, wie lang und wie dick die Oberholzbäume im 60. . . . 180. Jahre auf den verschiedenen Bodenklassen (die man hier gleichfalls nach dem Massenertrag der Einzelstämme abstufen konnte) werden und welche Dimensionen für den Bau- und Nutzholzverbrauch am meisten geeignet sind. Der Wertzu-

wachs, welchen die freistehenden Waldbäume der überschirmten Fläche durch den raschen Wuchs in der Jugend und durch den langsamen Zuwachsgang im Alter abgewinnen, wird wahrscheinlich vom 30.—60. Jahre viel höher sein, als vom 120.—150. Jahre. Man hatte hiernach die Zahl der Stämme, welche von den Altersstufen überzuhalten sind, theoretisch zu normieren — als Richtschnur für die Auswahl bei den konkreten Verhältnissen im Walde. Man hatte auch zu erforschen, wie groß der Verlust an Unterholzzuwachs bei der lichteren und dichteren Oberholzstellung je nach den Holzarten und der Bodengüte ist. Man mußte sich endlich klar darüber werden, ob die durchschnittlich jährliche Brennstofferzeugung durch die 15-, 20jährige oder die 30- oder 40jährige Umtriebszeit auf die höchste Stufe gebracht wird.

Sind diese naheliegenden Fragen in überzeugender Weise gelöst worden? Wir wollen den Mittelwald und seine verschiedene Gestaltung kennen lernen. Der oberholzreiche Mittelwald hat, wie gesagt, eine nahe Verwandtschaft mit derjenigen Form des Hochwaldbetriebs, die wir oben „Lichtwuchsbetrieb" genannt haben. Die Ungleichmäßigkeit des Oberstandes ist kein Hindernis für den letzteren; sie ist vielmehr völlig zulässig, wenn die Lichtwuchsproduktion gewährleistet bleibt. Wo sind die Unterschiede zu finden? Wie gestaltet sich die Nachzucht der Holzstämme in beiden Bestockungsformen? Welche Erfahrungen hat man im Mittelwaldbetriebe mit den Stockschlägen im Unterholze gemacht?

Aber vor allem müssen wir untersuchen: aus welchen Gründen sind die Mittelwaldungen in großer Ausdehnung zu Hochwaldungen übergeführt worden? Ist nicht nur die Notwendigkeit dieses Wechsels der Betriebsart, sondern auch die Art und Weise der Ueberführung zu Hochwald überall durch genaue Ertragsvergleichungen begründet worden?

In diesen Richtungen wird uns, so darf man sicherlich hoffen, die Darstellung des Mittelwaldes und seiner wechselnden Bestockungsformen und die Würdigung dieser Betriebsart durch die Waldbauschriftsteller, die durch die gleichzeitig verlautbarten praktischen Erfahrungen ergänzt worden sind, die erforderlichen Aufschlüsse geben.

I.

Die Ansichten der Waldbaulehrer und die Erfahrungen der Forsttechniker.

Georg Ludwig Hartig erwähnt im Anfang des laufenden Jahrhunderts den Mittelwaldbetrieb noch nicht mit diesem Namen. Hartig spricht von der Behandlung solcher Niederwaldungen, worin für immer starkes Baumholz oder Bauholz erzogen werden soll.

Man muß, so sagt G. L. Hartig, um zu erfahren, wie viel Stämme per Flächeneinheit überzuhalten und zu erziehen sind, zunächst wissen, wie viele Bauholzstämme jährlich gebraucht werden und wie groß die Fläche ist, die jährlich gehauen wird. Hartig nimmt beispielsweise an, daß 100 Stämme jährlich gebraucht und 50 Morgen jährlich gehauen werden. Man hat hierauf das Alter zu ermitteln, in welchem ein Stamm zu Bauholz stark genug ist und muß endlich wissen, wie vielmal während dieser Zeit der Schlag gehauen wird. Wenn zwei 150jährige Stämme per Morgen nötig sind und die Umtriebszeit des Unterholzes 30 Jahre beträgt, so müssen offenbar auf jeden Morgen 2 30jährige, 2 60jährige u. s. f. Stämme, zusammen 10 Stämme stehen, von denen stets die beiden 150jährigen Stämme gehauen werden, während die beiden 120jährigen Stämme bis zum nächsten Abtrieb 150jährig werden. Da jedoch bis zum 60jährigen Alter das Oberholz in den Niederwaldungen der Gefahr, von Schnee und Duft zerbrochen oder gefrevelt zu werden, sehr ausgesetzt ist, so sollen beim Hieb statt 2 wenigstens 6—8 60- und 30jährige Oberholzstämme stehen bleiben. Man kann beim Hieb im glücklichen Falle außer den 2 150jährigen Stämmen auch 4 60jährige Stämme nutzen, so daß 2 60jährige Stämme stehen bleiben und 90jährig werden. „Bei einer solchen Wirtschaft," sagt Hartig, „bleibt kein anderes Mittel übrig, als nach jedem Abtrieb auf jeden Morgen 10—12 schöne, 6—8 Fuß lange Eichen in schicklicher Entfernung zu pflanzen, und diese Stämmchen, solange es nötig ist, durch Pfähle gegen den Wind und Schneedruck zu schützen. Wollte man sich in diesem Falle auf die Nachzucht junger Eichen durch natürliche oder künstliche Besamung verlassen, so würde der Zweck gar nicht oder sehr unvollkommen erreicht werden, weil die jungen Pflanzen nicht aufkeimen oder in den gut bestandenen Schlägen des Niederwaldes von den Stockschlägen bald überwachsen und erstickt werden."

Heinrich Cotta definierte den Zweck des Mittelwaldes wie folgt: „Sucht man bei einem schlagweisen Forstbetrieb den Nachwuchs durch Samen und Ausschlag zugleich zu erlangen, so gebrauchen wir die Benennung Mittelwald" und später: „die Bewirtschaftung des Mittelwaldes hat alles mit der Behandlung des reinen Niederwaldes gemein, bis auf das überzuhaltende Oberholz."

Hierzu sind „die schönsten, gesündesten, wüchsigsten und dem Zwecke des Ueberhalts entsprechendsten Stämme“ auszuwählen.

„Die Stämme vom ersten Umtrieb nennen wir Laßreiser und die vom zweiten Umtriebe Oberständer. Dieser Name bleibt ihnen so lange, bis sie in der Höhe von 4—5 Fuß die Stärke von ungefähr 1 Fuß errreicht haben; dann heißen sie Bäume; und diese bezeichnen wir späterhin immer nach ihrer wirklichen Stärke oder nach ihrem Alter, z. B. ein 20zölliger Baum, ein 100jähriger Baum u. s. w.“

Ueber die Menge des überzuhaltenden Oberholzes gab Heinrich Cotta folgende Regeln:

1) Bei flachem Boden, bei Mangel tauglicher Stämme, bei stärkerer Nachfrage nach Reisig, als nach Holz dürfen nur wenige Stämme stehen bleiben, so daß sich die Astverbreitung auf $^1/_{10}$ der Fläche erstreckt.

2) Es ist nicht gut, vieles Oberholz stehen zu lassen: bei Holzarten, die in der Jugend keinen Schatten vertragen, die viel Holzmasse bei dem Ausschlage gewähren und nur wenig als Oberholz; und bei solchen Holzarten, welche als Oberholz sehr viel Schatten gebende Kronen bilden. Die Astverbreitung soll sich in diesen Fällen ungefähr auf $^2/_{10}$ der Fläche erstrecken.

3) Nicht notwendig ist es, viel überzuhalten: bei einem Bestande, der einen kräftigen Ausschlag gewährt, bei gutem Boden und mildem Klima. Es genügt hier, wenn sich die Astverbreitung auf ungefähr $^3/_{10}$ der Fläche erstreckt.

4) Vorteilhaft ist es, eine beträchtliche Menge stehen zu lassen: wenn bei tiefgründigem Boden der Bestand von solcher Beschaffenheit ist, daß schönes Nutz- und Bauholz erzogen werden kann; wenn das Reisig keine Käufer findet; wenn aus der Mast viel Gewinn zu ziehen ist. Die Astverbreitung darf sich in diesem Falle auf $^4/_{10}$ der Fläche erstrecken.

5) Notwendig ist es, recht viel überzuhalten: wenn der Stockausschlag wenig verspricht oder das junge Holz überhaupt sehr mangelt und man dennoch bei der Holzzucht beharren muß, bei rauhem und ungünstigem Klima, an heißen und trockenen Mittagswänden. In diesen Fällen darf sich die Astverbreitung bis ungefähr zur Hälfte der Fläche erstrecken.

Als Vorzüge des Mittelwaldes vor dem Niederwalde bezeichnete Cotta die Gewinnung von wertvollerem Brennholz und wertvollerem Nutzholz und die weniger kostspielige, sichere und nachhaltige Bewirtschaftung, da die ausgehenden Stöcke oft durch Samenpflanzen ersetzt werden. Bei diesen Vorzügen müsse es befremden, daß fast alle Mittelwälder in schlechtem Zustand sich befänden, in welchem sie nur einen geringen Ertrag lieferten. Aber Heinrich Cotta gibt die Gründe, welche den Rückgang der Mittelwaldungen verursachen, so erschöpfend und so vollkommen zutreffend an, daß ich die Stellen wörtlich anführe:

1) Es gehört zu den schwierigsten Aufgaben des ausübenden Forstmannes, das Oberholz richtig auszuwählen und richtig verteilt stehen zu lassen.

2) Es ist bei einem Mittelwaldbetriebe von größerer Ausdehnung unausführbar, den richtigen Zeitpunkt zu bestimmen, in welchem jeder einzelne Stock seiner geringer gewordenen Ausschlagsfähigkeit wegen durch einen neuen ersetzt werden muß. Gleichwohl ist die Beachtung dieses Zeitpunktes höchst wichtig, weil man um so mehr am Ertrage vom Unterholze verliert, je weniger man die rückgängig gewordenen Stöcke zu rechter Zeit entfernt und wieder ersetzt hat. Jedem praktischen Forstmanne ist aber bekannt, daß im großen die Auszeichnung der rückgängig gewordenen Stöcke nicht in der Art geschehen kann, wie sie der vollkommene Zustand des Mittelwaldes eigentlich verlangt. Auch der Kultur treten große Schwierigkeiten entgegen, indem die Pflänzlinge, in die Nähe der alten Stöcke gepflanzt, sehr von deren Wurzeln leiden, die Kosten der Rodung hingegen den Erlös übersteigen. Daher kommt es denn, daß in Mittel- und Niederwäldern die alten Stöcke gewöhnlich so lange beibehalten werden, als sie nur irgend noch Ausschlag liefern, wodurch nicht nur der Ertrag sehr geschmälert, sondern auch der Boden dem Verderben preisgegeben wird.

3) Oft auch kann man sich nicht entschließen, von den im kräftigen Wuchse sich befindenden Oberständern die gehörige Menge wegzunehmen, und so erhält man zuletzt unwillkürlich zu viel altes Oberholz, während es am jungen fast gänzlich fehlt.

4) Wenn Lücken in den Mittelwäldern entstehen, verläßt man sich zu sehr auf die Besamung durch das Oberholz. Diese aber ist selten von Erfolg; denn nur unter äußerst günstigen Verhältnissen vertragen die Samenpflanzen den Schatten der benachbarten Stockausschläge.

Aus allem diesen zusammengenommen läßt sich nun wohl der Schluß ziehen, daß Mittelwaldungen, welche nicht mit außerordentlicher Sorgfalt behandelt werden, sowohl im Holzbestand als im Boden zurückgehen müssen.

Nach **Johann Christian Hundeshagen** ist es keinem Zweifel mehr unterworfen, daß selbst der Verlust an Zuwachs, den das Unterholz durch starke Beschirmung erleidet, mehr als überwiegend durch den Zuwachs des Oberholzes ersetzt wird. Auch erfolge der Ausschlag der Stöcke in dem mäßigen Schatten des Oberholzes leichter, als beim reinen Niederwaldbetriebe.

Je mehr Oberholz in einem Schlage, ohne besonderen physischen Nachteil des Unterholzes, übergehalten werden könne, desto reichlicher sei erfahrungsgemäß der Holzertrag; dieser Nachteil werde weniger durch die Beschattung als durch die den Niederfall von Regen und Tau beschränkende Ueberschirmung bewirkt.

Auf gutem Boden dürfe die Beschirmung kurz vor dem Hieb drei Vierteile der Bodenfläche betragen, auf schlechtem Boden dagegen nicht wohl ein Dritteil

bis die Hälfte der Bodenfläche übersteigen und hier nur aus Baumklassen von höchstens 60—80jährigem Alter bestehen.

Hundeshagen berechnet, — allerdings auf Grund der nur als Beispiel angegebenen Schirmflächen — daß für eine Beschirmung von $^2/_3$ der Fläche kurz vor dem Hieb per Hektar nötig sind:

22 Stämme erster Klasse, „alte Bäume",
44 „ zweiter Klasse, „Hauptbäume",
67 „ dritter Klasse, „angehende Bäume",
89 „ vierter Klasse, „Oberständer".

Wenn von jeder dieser vier Klassen alle dreißig Jahre beim Hieb 22 Stück gefällt werden, so ergibt sich in dem Hundeshagenschen Beispiel ein Ertrag von 128 Festmeter per Hektar.

Pfeil meint auch hinsichtlich des Mittelwaldes, daß sich allgemeine Regeln nicht geben lassen. Zwar könne man einige allgemeine Grundsätze aufstellen, allein dieselben seien eben so oft nicht zu befolgen, als sie anwendbar seien.

Dahin sollen nach Pfeil gehören: 1) „daß man so viel Oberholz erzieht als möglich, und das Unterholz mehr zur Bodendeckung benutzt, als um einen hohen Ertrag davon zu beziehen, wenn man im Mittelwaldbetriebe die größte Holzmasse erziehen will; 2) daß gar kein bestimmtes Altersklassenverhältnis im Oberholze stattfinden darf, aber die mittlern Altersklassen überwiegend sein müssen, besonders nicht mehr Stämme von höherem Alter gezogen werden dürfen, als man zu Nutzholz braucht; 3) daß die dunkelbelaubten Bäume möglichst vermieden werden müssen, und man die lichtbelaubten vorziehet; dagegen wieder zu Unterholz solche Holzarten wählt, die am wenigsten unter dem Schatten leiden, den Boden gut schirmen und eine gute Ausschlagsfähigkeit haben; 4) daß man die Menge und Verteilung des Oberholzes nach der Beschaffenheit des Bodens, der disponibeln benutzbaren Stämme, dem Wuchs und der Beschaffenheit desselben bemißt, so daß man bald geschlossene Horste stehen läßt, bald auf ungeeigneten Stellen reinen Niederwald hat; 5) daß man die hohen Umtriebszeiten im Unterholze möglichst vermeidet und das lückigwerdende, die schlechter werdenden Mutterstöcke fortwährend ergänzt.

Früher hatte Pfeil als das empfehlenswerte Oberholz in Buchen- und ähnlichem Unterholz Eichen, Buchen, Ulmen, Eschen und Ahorn, auch Kiefern, in Eichen-, Birken-, Aspen- und Haselnunterholz einzelne nicht astreiche Eichen, Birken, Aspen und Lärchen bezeichnet. Im übrigen bieten die Pfeilschen Ansichten keine sicheren Anhaltspunkte für die Würdigung des Mittelwaldbetriebs. Er sagt z. B.: „ob der Hochwald oder der Mittelwald mehr Holz geben, mag vorläufig ganz unentschieden bleiben" u. s. w.

Stumpf*) gibt auf Grund verschiedener Untersuchungen über

*) Die ersten Auflagen des Gwinnerschen Waldbaues liegen mir nicht vor. In der von Dengler bearbeiteten Auflage scheint der Abschnitt vom Mittelwalde nach der Schreibweise fast völlig diesem Schriftsteller zu entstammen (siehe S. 458).

die Schirmflächen folgende Oberholzmenge per Hektar an, wenn die Schirmfläche von dem Hieb $^2/_5$ betragen soll.

18	Stämme,	150jährig,	
35	„	120	„
53	„	90	„
70	„	60	„

Besser sei jedoch die folgende Abänderung der Altersklassen, wobei die Schirmfläche vor dem Hieb nicht ganz $^1/_3$ betrage:

12	Stämme,	150jährig,	
24	„	120	„
47	„	90	„
94	„	60	„

Im übrigen vergleicht Stumpf nur den Mittelwald mit dem Niederwald. In Anschauung der Massenproduktion stehe der Mittelwald weit über jener des reinen Niederwaldes und dem Hochwalde am nächsten, auch erleichtere derselbe den Uebergang zum Hochwald. Für die Nachpflanzung des Oberholzes empfiehlt Stumpf 1,5—1,8 m hohe Pflanzen.

Hinsichtlich der Empfindlichkeit gegen Beschattung bilden die Holzarten, die für das Unterholz am wichtigsten seien, nach Stumpf folgende Rangordnung, beginnend von der höchsten Empfindlichkeit: Aspe, Erle, Birke, Esche, Ulme, Eiche, Ahorn, Linde, Hainbuche, Rotbuche. Am wenigsten verdämmend wirke die Buche und hierauf folgten: Aspe, Erle, Esche, Ulme, Ahorn, Eiche, Linde, Hainbuche, Rotbuche.

Carl Heyer ist kein Freund des Mittelwaldes. Er glaubt, daß die Vorzüge durch die flächenweise Sonderung der Oberholzzucht (im Hochwald) und der Unterholzzucht (im Niederwald) in noch höherem Maße auf die Dauer erreicht werden. Die Behauptung, daß der Mittelwald den Hochwald im Zuwachs übertreffe, sei keineswegs bewiesen, vielmehr sehr fraglich. Auf Mittelboden magerten die Mittelwälder, selbst bei strengster Laubschonung, ebenso frühzeitig aus, als die Niederwälder.

Zu Unterholz taugen, sagt Heyer, die schattenertragenden Laubhölzer (sowohl die baum- als die strauchartigen). Zu Oberholz sei die dicht- und breitkronige Buche und Linde am wenigsten geeignet; die Birken, Erlen, Pappeln und Akazien würden vom Duftbruch am meisten beschädigt. Unter den Nadelhölzern seien Tannen, Fichten, Weymouthskiefern am meisten empfehlenswert, weniger tauglich seien Lärchen, die leicht windschief würden, und Kiefern, welche keine langen und geraden Schäfte bildeten (auf gutem, tiefgründigem Boden?). Karl Heyer empfiehlt die regelmäßige Verteilung der Oberständer im einzelnen Stand. Er macht den Vorschlag, das Oberholz, klassenweise gesondert, in parallelen Reihen zu erziehen. Das Unterholz gestatte, sagt Heyer, wegen des verdämmenden Einflusses vom Oberholze, durchschnittlich keinen höheren, als 15—20jährigen Umtrieb. Der „alte Baum“ würde sonach 120jährig.

Dengler (in Gwinners Waldbau) meint, daß unter sonst gleichen Umständen etwa folgende Stufenleiter für die Rangordnung (nach dem Verhalten gegen Licht und Schatten) anzunehmen sein dürfte:

Im Unterholz sei die Rotbuche am meisten schattenertragend, dann folgen Hainbuchen, Eschen, Maßholdern, Traubenkirschen, Ahorn, Ulmen, zahme Kastanien, Eichen, Linden, Weißerlen, Schwarzerlen, Birken, Pappeln, Weiden. Die harten Strauchhölzer gehörten in den ersten, die weichen in den letzten Rang. Als Oberholz seien am wenigsten verdämmend: Birken, dann folgen Eschen, Weiden, Lärchen, Kiefern, Pappeln, Erlen, Eichen, Ulmen, Schwarzkirschen, Ahorn, Wildobstbäume, Fichten, Hainbuchen, Weißtannen, Rotbuchen.

Dengler will Eichen, Ulmen und die langsam wüchsigen Holzarten als Laßraidel und teilweise noch als Oberständer in Gruppen zusammendrängen. Wenn aber der Hauptlängenwuchs vorüber ist, so soll jeder Stamm, der im Laufe der Umtriebszeit seine Nachbarn bedrängen würde, entfernt werden, so daß im älteren Oberholze kein gegenseitiges Drängen stattfindet. Ausgeschlossen bleiben und im Einzelstande zu erziehen sind Birken, Eschen, weiße Weiden, Pappeln, Erlen rc. Dengler will überhaupt die schönsten Stämme übergehalten haben — einerlei, ob sie in Gruppen dichter zusammen stehen oder vereinzelt, jedoch räumlich ungleichmäßig über den Schlag verteilt sind. Er legt der ganz gleichmäßigen Verteilung und der in den Lehrbüchern vorgetragenen Abstufung der Altersklassen*) keinen praktischen Wert bei. Im übrigen verdienen die Ansichten Denglers über Mittelwaldwirtschaft (1856 veröffentlicht) keine eingehende Würdigung.

Nach **Carl von Fischbach** empfiehlt sich die Buche vorzüglich als Unterholz im Mittelwalde mit stärkerem Oberholzbestande; weniger gut oder bloß für einen lichteren Oberholzbestand, eigne sich die Esche, Hainbuche, Eiche und Birke ins Unterholz; die Aspe und Erle jedoch am wenigsten bei einem starken Drucke; die Hasel halte sich noch gut bei einem stärkeren Oberholzbestand. Wenn der Standort einer Holzart günstig sei, so könne sie auch stärkeren Druck ertragen; auf sonnigen Hängen, in trockenen Lagen dürfe nur wenig Oberholz übergehalten werden. Zum Ueberhalten eigne

*) Die vielfach vorausgesetzte Uebertragung dieser schematischen Darstellung in die Praxis ist allerdings ebenso zwecklos als undurchführbar.

sich am meisten die Eiche, namentlich die Stieleiche, hierauf die Birke, die Ulme, die Esche, der Ahorn, die Aspe, letztere für geringe Dauer. Die Rotbuche sei durch ihre starke Belaubung und dichte Krone sehr schädlich; aber zur Begünstigung der natürlichen Besamung sei die Beibehaltung ratsam. Hainbuchen würden lediglich wegen der Besamung übergehalten. Unter den Nadelhölzern seien Lärchen und Kiefern, weniger dagegen Fichten und Tannen empfehlenswert (wegen Astverbreitung und Windwurf).

Eine Ueberschirmung von 0,7—0,8 der Fläche unmittelbar vor der Schlagstellung gibt, wie Fischbach glaubt, auf gutem Boden bei nicht zu langem Umtrieb noch hinreichendes Licht für Buchen-Unterholz.

Carl Gayer glaubt, „daß der richtig gepflegte Mittelwald im Ertrage hinter dem Hochwalde wenigstens nicht zurück stehe". Im gut gepflegten, normal bestockten Mittelwalde gehe auch die Bodenthätigkeit nicht so zurück, wie vielfach im gleichalterigen Hochwald. Im Mittelwalde sei nunmehr die möglichst reichliche Nutzholzproduktion anzustreben und darum liege der Schwerpunkt der Wirtschaft im Oberholzbestande. Gayer hat vorzugsweise eine gruppenweise Durchstellung des Mittelwaldes mit Oberholz im Auge.

„Je nach der wechselnden Bodengüte, der früheren Oberholzstellung und der dadurch bedingten Verteilung der Samenwüchse, finden sich die älteren Stammklassen bald mehr in gruppen- und truppartigen, bald mehr in einzelner Verteilung. Zwischen denselben, seltener unter dem Schirme der Altholzstämme, stehen in lichten Horsten oder weitständiger Verteilung größere und kleinere Partien der jüngeren Oberholz-, besonders der Laßreiserklasse." „Den Bestand des Oberholzes haben in erster Linie Eichen, Eschen, Birken, Ulmen, Erlen, Lärchen, Kiefern, Pappeln und Akazien, dann aber auch Hainbuchen und Rotbuchen zu bilden." Im Unterholzbestande sollen vorzüglich Hainbuchen, Rotbuchen, Eschen, Maßholder, Ulmen, Ahorn, Weißerlen ꝛc. vertreten sein. Bei der Nutzholzwirtschaft sei im Durchschnitt eine Umtriebszeit von 15—25 Jahren am meisten zu billigen.

Die **Mitteilungen der praktischen Forstwirte**, die ich in der mir vorliegenden Journallitteratur finde, geben wenige Anhaltspunkte für die Würdigung dieser Betriebsart. Die Ertragsangaben aus dem Mühlhauser Stadtwalde, aus dem braunschweigischen Harzreviere Walkenried ꝛc. haben ohne Beifügung der Stammzahlen und Stammgrundflächen und ohne genaue Vergleichung der Hochwalderträge auf dem gleichen Standort geringen Wert.

In Baden sucht man das Oberholz durch Heisterpflanzung mit Befestigung der Heister durch Pfähle zu rekrutieren.

II.

Vergleichung der Ertragsleistungen des Mittelwald- und Hochwaldbetriebes.

Die Gründe, welche die Forstwirte veranlaßt haben, den Mittelwaldbetrieb fast allgemein aufzugeben und den gleichalterigen, im Kronenschluß aufwachsenden Hochwald an die Stelle zu setzen, haben wir in der vorher mitgeteilten vergleichenden Würdigung dieser Betriebsart mit dem Hochwaldsbetrieb nicht klar zu erkennen vermocht. Man kann nicht sagen, daß die Ertragsleistungen der Waldbäume in den beiden Bestockungsformen in scharfer, überzeugender Weise abgewogen worden sind.

Wir werden unten (ad IV) die Gründe, welche zum Verlassen des Mittelwaldbetriebs geführt haben, zu ermitteln suchen — so weit dies bei dem Mangel einer eingehenden Motivierung möglich ist. Aber zuvor ist zur Ergänzung der sicherlich bedeutungsreichen Untersuchungen, die ich im sechsten Abschnitt über die Produktionsleistungen der Waldbäume im geöffneten Kronenraum vorgenommen habe, die Frage zu beantworten: Haben die Messungen, die H. Cotta, Theodor Hartig u. a. an Mittelwaldstämmen ausgeführt haben, zu anderen Ergebnissen wie oben geführt? Produziert der oberholzreiche Mittelwald, in dem das Unterholz lediglich zum Bodenschutzholz herabsinkt und keinen bemerkenswerten Ertrag liefert, nach diesen Messungen eine weitaus geringere Holzmasse, als der geschlossene Hochwald auf gleichem Standort?

Leider sind in dieser Richtung bei den höchst dürftigen und unvollkommenen Messungen, die man benützen kann, nur Vermutungen gestattet. Aber es ist immerhin für die Fortbildung des Waldbaues ungemein wichtig, zu untersuchen, ob dieselben die Schlußfolgerungen im sechsten Abschnitt bestätigen oder dieselben als unglaubwürdig erscheinen lassen.

Vor allem ist zu bestimmen, wie viele Stämme im Oberholze freien

Wachsraum finden und dabei zugleich denselben so weit erfüllen, daß das Unterholz lediglich geringwüchsiges Buschholz bleiben wird. Die Messungen der Schirmflächen, die einzelne Schriftsteller vorgenommen haben, sind hierbei leider nicht zu benutzen. Th. Hartig und Jäger haben die Kreisflächen des überschirmten Stammes ermittelt, aber es ist nicht bestimmt worden, wie weit zwischen den Peripherien der Kreisflächen offener Raum bei der Stellung der verschiedenen Waldbäume bleibt. Cotta hat gleichfalls die Schirmfläche ermittelt; aber er hat nicht gesagt, ob er die Kreisfläche oder das Quadrat des Kronendurchmessers ins Auge gefaßt hat. Es ist ferner niemals der Zuwachsgang und der Massenertrag des geschlossenen Hochwalds mit gleichen Holzarten bei ein und derselben Standortsbeschaffenheit ermittelt worden. Alle Schriftsteller legten auf den Unterholzertrag Wert, derselbe sollte nicht verkümmert werden, während bei der Vergleichung, die wir vorzunehmen haben, eine möglichst dichte Oberholzbestockung vorauszusetzen und kein Wert auf den Unterholzertrag zu legen ist.

Für eine ähnliche Voraussetzung gestatten indessen Hundeshagen und Fischbach bei gutem Boden eine Ueberschirmung von 70—80 % der Fläche vor dem Hieb. Nach Cottas Angaben berechnen sich 23,4 qm Stammgrundfläche bei einer Ueberschirmung von $^3/_4$ der Fläche. Für die Rotbuche sind die Untersuchungen im Solling maßgebend. Durch genaue Ermittelungen wurde bestimmt, daß bei freiwüchsigen Rotbuchen auf mittelgutem Boden Kronenspannung und Sinken des Zuwachses erst dann eintritt, wenn die Stämme 23—24 qm Stammgrundfläche per Hektar erreichten und der volle Lichtungszuwachs wieder erfolgt, wenn durch Aushieb der gedrängt stehenden Stämme eine sehr unbeträchtliche Lichtung vorgenommen wird. Wir wollen deshalb zunächst eine Stammgrundfläche von 22 qm für oberholzreiche Mittelwaldungen (unmittelbar vor dem Hieb) zu Grunde legen, die man in der That in Buchenmittelwaldungen findet, ohne daß die Oberholzstämme gedrängt stehen. Bei dieser Voraussetzung und einer 20jährigen Wiederkehr des Mittelwaldhiebes bis zum 80jährigen Alter ergeben die Cottaschen Messungen; nämlich:

	Höhe. m	Durchmesser. cm	Festmeter-Inhalt.
30jähriger Stamm	9,9	9,0	0,03
60 „ „	14,1	18,1	0,20
90 „ „	17,0	30,1	0,64
120 „ „	18,4	42,8	1,48
150 „ „	19,8	54,1	2,54

einen Jahreszuwachs von 6,3 Festmeter per Hektar.

Was würden dagegen geschlossene Laubholzbestände bis zum 80. Jahr auf dem Mittelwaldboden liefern, auf den sich die Cotta-schen Messungen beziehen?

Zu dieser Beurteilung kann man nur die Vergleichung des Höhenwuchses benutzen. Die Mittelwaldstämme sind, wie der Verfasser durchgängig gefunden hat, bei gleicher Standortsgüte 2—3 m höher, wie die Schlußstämme. Hiernach würde die Produktionskraft des betreffenden Mittelwaldes in die 5., oder höchstenfalls zwischen die 4. und 5. Buchenklasse der von Franz von Baur untersuchten Normalbestände einzuschätzen sein, wie die folgende Vergleichung der Mittelhöhe ergibt:

Cottas mittlere Mittelwaldstämme im 80jährigen Alter = 16,0 m,
Baurs mittlerer Buchenhochwaldstamm,
4. Klasse im 80jährigen Alter = 17,5 m
5. „ „ „ „ = 14,0 m.

Unter Einrechnung der Zwischennutzungen (20% als Durchschnitt der bisher veröffentlichten Nachweisungen für diese Klassen) ergibt sich:

Buchenhochwaldzuwachs bis zum 80. Jahr 4. Klasse 336 Festmeter
„ „ „ „ „ 5. „ 217 „
Mittelwaldzuwachs an Oberholz bis zum 80. Jahr
(exkl. des Unterholzertrags im 40., 60. und 80. Jahre) 505 „

Theodor Hartig hat ferner im Buchenmittelwalde eine ganz außergewöhnliche Astverbreitung gefunden. Hiernach würden schon Oberholzstämme mit 15,8 qm 80% der Fläche beschirmen.

Derselbe hat ermittelt:

Oberholzklassen.	Höhe.	Durchmesser.	Oberirdische Holzmasse.
	m	cm	Festmeter.
30jährige Laßraidel . . .	9,1	9,5	0,05
60 „ Oberständer . . .	16,2	27,8	0,64
90 „ angehender Baum .	21,3	42,1	1,60
120 „ Hauptbaum . . .	24,2	53,1	3,32
150 „ alter Baum . .	25,9	61,4	4,78

Für diese geringe Grundfläche von 15,8 qm per Hektar und 20jährige Umtriebszeit (wie im vorigen Beispiel) berechnet sich bis zum 80. Jahre ein Mittelwaldzuwachs von 552 Festmetern. Die Mittelhöhe der Oberholzstämme beträgt im 80. Jahre 19,6 m, somit ist die vierte Buchenklasse Baurs mit 17,5 m Bestandsmittelhöhe einschlägig; wir wollen indessen auch die dritte Klasse mit 20,9 m Bestandsmittelhöhe vergleichen und überall 25 % des Haubarkeitsertrags für Zwischennutzungen hinzurechnen. Die Vergleichung ergibt: Baurs geschlossene Normalbestände auf 3. Standortsklasse Zuwachs bis zum 80. Jahr inkl. Reisholz . . 456 Festmeter
auf 4. . . . . 350 „
Mittelwaldzuwachs (exkl. Unterholzertrag im 40., 60. und 80jährigen Alter) . . . . 552*) „

Theodor Hartig hat dagegen eine andere Ansicht bezüglich der Verstärkung des Oberholzstandes bis zu $^{8}/_{10}$ der vollen Beschirmung ausgesprochen. Er glaubt, „daß bei geringen 0,4—0,5 der Grundfläche nicht übersteigenden Beschirmungsgraden im Rotbuchenmittelwalde bei Rot- und Weißbuchenunterholz unter günstigen Oberholzklassenverhältnissen der Massenertrag des Mittelwaldes sich dem des Hoch- und Niederwaldes gleichzustellen vermag", daß aber „höhere Beschirmungsgrade und höherer Oberholzumtrieb den Gesamtertrag des Mittelwaldes unter den des Hochwaldes, wie reinen Niederwaldes herabdrücken".

Diese Behauptung ist indessen keineswegs durch vergleichende Ertragsuntersuchungen in glaubwürdiger Weise bewiesen worden. Man kann vielmehr nachweisen, daß die erstaunliche Produktion der Rotbuche im Kronenschluß, die Theodor Hartig auf dem vorzüglich guten (2—5 Fuß, hie und da 50 und mehr Fuß aufgeschwemmten) Muschelkalkboden Braunschweigs (Elm), auf einer kleinen, am besten bestockten Probefläche gefunden hat (cf. S. 203), von den Mittelwaldstämmen mit der entsprechenden Höhe, wenn dieselben bis zu der gewöhnlich in großen, oberholzreichen Mittelwaldbeständen gefundenen Stammgrundfläche fortwachsen, nahezu geliefert wird, obgleich der Boden, auf dem die Mittelwaldstämme erwachsen sind, viel geringere Produktionskraft hatte.

Besonders interessant ist die folgende Untersuchung. Ich habe im sechsten Abschnitt (S. 203) nachgewiesen, daß der Gesamtzuwachs der eben genannten Probefläche vom 60. Jahre an fast lediglich (bis auf 9%) von den 456 Stämmen per Hektar erzeugt worden ist, die im 120. Jahr den Bestand bildeten, daß die 1044 Stämme, die vom 60.—120. Jahre ausgehauen worden sind, einen kaum nennenswerten Zuwachs geleistet haben. Ich habe oben gesagt, daß Leser, die

---

*) Während sich hier ein Jahreszuwachs von 6,9 Festmeter per Hektar berechnet, gibt Hartig den Jahresertrag für 60jähriges Oberholz und volle Beschattung (die in diesem Falle = 0,8 gerechnet wird) auf 7,1 Festmeter an.

im Walde ergraut sind, dieses Verhalten der Stammklassen für durchaus unwahrscheinlich erachten werden. Man darf nun fragen, welchen Zuwachs die 456 Stämme nach der Zuwachsleistung der auf viel schlechterem Boden erwachsenen Mittelwaldstämme hervorgebracht haben würden, wenn sie nicht beständig von den Kronen des (selbst nicht wuchsfähigen) Nebenbestands bedrängt worden wären und auf diese Frage geben die Hartigschen Untersuchungen im Mittelwald eine überraschende Antwort.

Der Vollbestand hatte im 80. Jahre einen mittleren Durchmesser von 24,7 cm und eine mittlere Höhe von 26,8 m. Vergleicht man hiermit die Mittelwaldstämme erster Wuchsklasse, so ergibt sich folgendes:

Diese Mittelwaldstämme I. Klasse hatten nach Hartigs Untersuchung:

	Höhe. m	Durchmesser. cm	Massengehalt. Festmeter.
40. Jahr	14,5	21,4	0,36
50. „	17,3	30,9	1,06
60. „	19 3	42,8	1,99
70. „	20,8	57,1	3,57
80. „	22,2	71,4	5,31*).

Bei gleichem Alter und bei gleicher Bodengüte sind die im Freistand erwachsenen Stämme, wie wir im sechsten Abschnitt gesehen haben, in der Regel 2—3 m höher, als die Mittelhöhe der Vollbestände beträgt. Hier sind dagegen die 80jährigen Mittelwaldstämme 4,6 m niedriger, wie der Vollbestand, d. h. der Boden der Mittelwaldstämme erster Wachsklasse ist weitaus schlechter, als der Boden der Hochwaldprobefläche. Nimmt man an, daß die Stämme im Elm bis zu derselben Stammgrundfläche (22 qm per Hektar), wie im Solling, wachsen, bevor Kronenspannung eintritt, so können vom 40.—50. Jahre nicht die oben genannten 456 Stämme, sondern nur 294 Stämme Wachsraum per Hektar finden, ferner:

vom 50.—60. Jahre = 153 Stämme
„ 60.—70. „ = 86 „
„ 70—80. „ = 55 „

Der mit Oberholz voll bestandene Mittelwald auf viel weniger kräftigem Boden würde im Vergleich mit dieser ausgesuchten Probefläche Zuwachs liefern: per Hektar

	Mittelwald. Festmeter.	Hochwald. Festmeter.
vom 40.—50. Jahr	206	159
„ 50.—60. „	142	141
„ 60.—70. „	136	116
„ 70.—80. „	124	107
	608	523

*) Der Zuwachsgang der Mittelwaldstämme I. Klasse wurde von Th. Hartig nur bis zum 80. Jahre ermittelt.

Es stellen erst die im Höhenwuchs weit zurückbleibenden Stämme III. Klasse, die auf dem Boden der Hochwaldprobefläche eine ganz andere Entwicklung angenommen haben würden, Gleichgewicht her; aber diese Stämme leisten, wenn man die gleiche Bodengüte untersucht, ungefähr das Doppelte der Hochwaldproduktion.

Wir gelangen somit auf Grund eines ganz anderen Beweismaterials zu den gleichen Ergebnissen wie im sechsten Abschnitt. Auch der oberholzreiche Buchenmittelwald liefert höchstwahrscheinlich einen viel höheren Jahreszuwachs wie der Buchenhochwald auf der gleichen Standortsklasse und der Wertzuwachs wird selbstverständlich durch den Mittelwald viel mehr gesteigert, als durch den Hochwald.

Forstdirektor Jäger hat die Höhe, Masse und die Schirmflächen der im Mittelwaldbetriebe erwachsenen Eichen vermessen.

Auf einem frischen, tiefgründigen, sehr nahrungsreichen Boden, welcher auch im landwirtschaftlichen Betrieb das Prädikat erste Klasse verdient, gefunden:

Klasse.	Stammhöhe.	Brusthöhen-Durchmesser.	Massegehalt.	Schirmfläche.
	m	cm	Festmeter.	
30jährige Laßraidel . . .	11,9	18,3	0,16	7,1
40 „ Oberständer . .	14,1	26,2	0,35	17,0
60 „ angeh. Bäume .	18,8	39,3	1,36	42,6
80 „ haubare Bäume .	22,6	52,4	3,15	89,5
100 „ Hauptbäume . .	24,5	61,6	5,07	141,8

Jäger ermittelte für diesen Boden erster Klasse bei 2/3 Ueberschirmung einen Jahresdurchschnittszuwachs vom Eichenoberholz — 5,8 Festmeter, vom Unterholz 3,9 Festmeter per Hektar. Der Eichenhochwald soll nach Jäger auf bestem Boden den gleichen Ertrag inkl. Zwischennutzungen liefern, auf nur gutem Boden sogar 10—30% mehr. Unter dem Schirm betrug der Unterholzertrag genau die Hälfte von dem Ertrage des Oberholzes.

Der Massenzuwachs und Ertrag der badischen Mittelwaldungen wird in den statistischen Nachweisungen, welche bisher in diesem Lande veröffentlicht worden sind, fortgesetzt höher angegeben, als der Massenertrag der Hochwaldungen. Nach dem Stande am 1. Januar 1876 beträgt der Jahreszuwachs per Hektar in Festmeter:

	Domänenwald.	Gemeindewald.
Hochwald	4,3	4,2
Mittelwald	5,0	4,4

Jährlicher Abgabesatz:

	Domänenwald.	Gemeindewald.
Hochwald	3,7	3,5
Mittelwald	5,0	4,3

Allein diese Vergleichung hat, wie schon oben bemerkt wurde, nicht die volle Beweiskraft, weil sie die verschiedenartigsten Standorts- und Bestockungsverhältnisse umfaßt.

Die Untersuchungen des Verfassers über die Wachstumsleistungen der Mittelwaldoberhölzer im Vergleich mit dem Hochwald sind schon im sechsten Abschnitt (S. 200) mitgeteilt worden*).

Lauprecht hat für die Oberförsterei Worbis folgende Höhen, Derbholzmassen und Zuwachsprozente an etwa 2900 Eichen- und Buchenoberständen als Mittelsätze gefunden**):

A. Eichen.

Jahr.	Volle Länge.	Derbholzgehalt per Baum.	Zuwachsprozente.
	m	Festmeter.	
48	9,6	0,06	3,78
66	12,1	0,22	2,37
104	15,0	0,77	1,44
128	17,2	2,10	1,05

B. Buchen.

Jahr.	Volle Länge.	Derbholzgehalt per Baum.	Zuwachsprozente.
45	10,5	0,05	5,20
68	14,3	0,33	3,02
106	19,3	1,60	1,58

---

*) Wenn man den Wachstumsgang der Mittelwaldbuchen nach der Holzerzeugung, den Heinrich Cotta und Theodor Hartig gefunden haben, mit den Messungen des Verfassers vergleicht und den mittleren Massegehalt der Stämme im 120jährigen Alter = 1,00 annimmt, so ergibt sich folgendes:

	Cotta.	Hartig.	Wagener, Muschelkalk.	Wagener, Bunter Sandstein.
150. Jahr.	1,72	1,44	—	—
120. „	1,00	1,00	1,00	1,00
90. „	0,43	0,48	0,59	0,51
60. „	0,14	0,19	0,22	0,18
30. „	0,02	0,02	0,01	0,01

**) Der Verfasser hat derartige Messungen gleichfalls in sehr umfangreicher Weise ausgeführt. Allein er hat später gefunden, daß dieselben den Wachstumsgang der Einzelstämme, wie derselbe sich bei der Sektion einer großen Zahl ergibt, nicht richtig angeben und verzichtet deshalb auf die Mitteilung.

III.

Die Wirtschaftsregeln für den fortzusetzenden Mittelwaldbetrieb.

a. Wenn die Unterholzbestockung gutwüchsig ist und Schluß bildet, so ist die Bewirtschaftung eines Mittelwaldes einfach und leicht zu vollziehen. Man zeichnet vor dem Hiebe des Unterholzes die schönwüchsigsten und standfesten (stufig gewachsenen) Unterholzstangen, möglichst Kernpflanzen, zum Stehenbleiben aus. Die nutzbringendsten Holzarten, die zu begünstigen und zu begründen sind, bilden auf gutem Boden (für trockenen und flachgründigen Boden ist die Mittelwaldwirtschaft nicht geeignet und durch Kiefernhochwald oder Eichenschälwald zu ersetzen), etwa die folgende Reihenfolge: Lärchen, Kiefern, Eichen, Birken, Eschen (letztere in feuchten Lagen), Fichten, Tannen, Hainbuchen und Rotbuchen; indessen ist das Verhältnis im Werterträge gegenüber der Verdämmung des Unterholzes noch genauer festzustellen, namentlich bezüglich der drei zuletzt genannten Holzarten unter sich und im Vergleich mit den weniger verdämmenden Kiefern, Eichen und Birken. (Die Rotbuche wird indessen unbestritten auf der untersten Stufe bleiben. Das Hainbuchenholz wird für manche Verwendungszwecke — allerdings mit geringen Quantitäten — gesucht und es kann deshalb die Anzucht der Hainbuche als Baumholz örtlich berücksichtigungswert sein.)

Man läßt hierauf das Unterholz fällen und bezeichnet, da nunmehr die Stellung des Oberholzes besser übersehen werden kann, die Stämme, die wegen Alter, Anbrüchigkeit ꝛc. zur Fällung kommen sollen. Es ist zwar eine thunlichst gleichmäßige Verteilung des Oberholzes über die Fläche erwünscht, allein nicht immer zu erreichen. Wenn jeder Oberholzstamm freien Wachsraum erhält, so schadet eine dichtere Stellung gutwüchsiger Stämme, als der gleichmäßigen Verteilung entsprechen würde, nicht; sie ist vielmehr, wenn nicht örtlich auf den vollen Wuchs des Unterholzes (z. B. infolge von Berechtigungen) das Hauptgewicht zu legen ist, grundsätzlich herbeizuführen.

Bei dieser Auszeichnung des Oberholzes haben die oben mitgeteilten Annahmen der Schriftsteller über die Verteilung der

Stämme in die 30-, 60-, 90- und 120jährigen Altersstufen praktisch keine Anwendung zu finden, weil dieselben nur als Beispiele gewählt und hinsichtlich der Nutzleistungen nicht untersucht worden sind. Man hat vielmehr die wuchskräftigen Oberständer und die brauchbaren Laßraidel, die sich vorfinden und während der nächsten Umtriebszeit des Unterholzes freiwüchsig bleiben werden, stehen zu lassen und nur, wenn viele wuchskräftige Stangen und Stämme dicht zusammenstehen, zur Erzielung der erforderlichen Lichtung die schlechtwüchsigsten und schlechtgeformtesten Exemplare auszuhauen.

Viel wichtiger ist die örtliche Bestimmung, ob die Oberholzstämme im 80. oder 90. oder 100. oder 120. Jahre brauchbares Nutzholz geben und wie sich die Massen- und Wertzunahme der Stämme nach dem 80. Jahre gestaltet. Bei Buchen- und Eichenoberholz wird man in der Regel, wenn der Boden nicht besonders gut ist, 100—120jährige Abtriebszeit einhalten müssen, weil bei diesen Holzarten die schwächeren Holzsorten einen zu geringen Nutzholzanfall (gewöhnlich nur ein einläufiges Schwellenstück) geben. Allerdings wird eine dreiprozentige Verzinsung beim Uebergang von 80—90- zu 100—120jähriger Umtriebszeit selten erreicht werden können. Das Ueberhalten der Stämme bis zum 150jährigen und mehrjährigem Alter ist zwecklos, denn diese starken Nutzhölzer, die früher zum Schiffbau verbraucht wurden, werden nicht mehr verlangt.

Man kann den Zuwachs der Oberhölzer in den einzelnen Altersstufen — z. B. vom 30.—60., 60.—90. Jahre — auf die überschirmte Fläche beziehen und hiernach die Verteilung der Oberhölzer in die Altersklassen regeln. Indessen sind bis jetzt die Untersuchungen des Wachstumsganges der freiwüchsigen Stämme noch nicht soweit gediehen, um sichere Anhaltspunkte für diese Vergleichung benutzen zu können.

Das zur Fällung ausgezeichnete Oberholz ist in der Regel unmittelbar nach dem Hiebe des Unterholzes zu hauen und abzuräumen, da beim Hiebe im zweiten Jahre die Unterholzlohden von den Mutterstöcken häufig abgetrennt werden*).

---

*) Vielfach ist die Entastung der Oberholzstämme in der Litteratur erörtert und praktisch bethätigt worden. Ich werde die Entastung im zwölften Abschnitt eingehend erörtern. Vorläufig kann ich nur auf Grund meiner vielfältigen Erfahrungen dringend warnen, bemerkenswerte Entastungen vornehmen zu lassen.

Für den Hieb des Unterholzes gelten dieselben Regeln, wie für die Niederwaldungen (siehe nächsten Abschnitt). Von Mitte Februar bis Mitte April ist gewöhnlich die Hiebszeit; der Hieb wird so tief als möglich scharf und glatt (bei stärkeren Stangen zwei Hiebe) geführt. Die Hiebsfläche darf nicht splittern und kein Wasser auf derselben stehen bleiben.

Zu Unterholz sind Hainbuchen und Eichen (letztere jedoch nur bei einem lichten Oberholzstand) am meisten geeignet. Man findet zwar die Rotbuche sehr häufig als Unterholz; aber diese Holzart, die als Stockschlag nicht ausdauert und bald breite, schlechtwüchsige Büsche bildet, führt die Mittelwaldungen in der Regel — besonders günstige Standorte ausgenommen — dem Untergang entgegen.

Zur künstlichen Nachzucht des Oberholzes läßt sich zumeist nur die kostspielige Heisterpflanzung benutzen. Die künstliche Nachzucht des Unterholzes werde ich ad b erörtern.

b. Ungleich schwieriger ist die Fortsetzung der Mittelwaldwirtschaft in Mittelwaldungen mit bereits rückgängiger Bestockung und leider findet man derartige Bestandsverhältnisse sehr häufig. Große, sperrige Stockausschläge der Rotbuche sind schlechtwüchsig geworden, Weichhölzer, namentlich Aspen und Birken, Dornsträucher, Himbeersträucher ꝛc. haben sich angesiedelt; auf den feuchteren Flächenteilen hat sich Gras und sonstiges Unkraut eingefunden; auf den trockenen Flächenteilen sind Blößen und Lücken entstanden; der Boden trocknet aus und überzieht sich mit Angergräsern oder Heidelbeeren und Heidekräutern.

Saaten und Pflanzungen von Eichen, Hainbuchen und Buchen nach dem Unterholzhieb sind in der Regel erfolglos, weil die Stockschläge junge kleine Pflanzen nicht aufkommen lassen und das Einsetzen von Heisterpflanzen zur Rekrutierung des Unterholzes zu kostspielig sein würde. Es erübrigt nur, aus dem Oberholz und den kräftigen Stockausschlägen einen Schirmschlag zu stellen und Hainbuchen und Buchen, später (nach der Lichtung) Eichen und andere lichtbedürftige Holzarten einzupflanzen. Der Schirmschlag ist nach den im vorigen Abschnitt erörterten Grundsätzen zu lichten — auf trockenem Boden rascher und stärker, als auf frischem, graswüchsigem Boden. Man hat denselben Weg einzuschlagen, wie bei dem Uebergang aus der Mittelwald- in die Hochwald-

wirtschaft mit Laubholz (siehe unten). Wenn aber die jungen Kernpflanzen 4—6 jährig geworden sind, so schneidet man denjenigen Teil derselben, der nicht zu Oberholz bestimmt ist, scharf und möglichst nahe des Wurzelknotens ab, denn erfahrungsgemäß bilden alsbald alle ausschlagfähigen Laubhölzer eine dichte, freudig wachsende Bestockung. Die fernere Behandlung folgt den oben angegebenen Wirtschaftsregeln für den Mittelwald; nur wird man beim ersten Abtrieb lediglich geringes Reisholz im Unterholz finden. Diese Verjüngungsart erstreckt sich auf alle Flächenteile, deren Bestockung bereits degeneriert ist oder zu degenerieren beginnt.

Man hat auch wohl hin und wieder Kiefern in Mittelwaldungen mit einzelstehendem Oberholz zum Bodenschutz angebaut und deren Abtrieb im Mittelwaldturnus vorgenommen. Da jedoch die Kiefer im 20—30 jährigen Alter nur einen geringen Brennholzertrag liefert, so wird der Kiefernhochwald, sobald geradschaftiges Holz erwächst, vorzuziehen sein. Auch gehört der Anbau der Kiefer als Unterholz nicht in den Rahmen des Mittelwaldbetriebs.

IV.

Die Ueberführung der Mittelwaldungen in den Hochwaldbetrieb.

Die oben vorgenommene Vergleichung begründet zwar gewichtige Zweifel, ob die Umwandlung dieser Bestockungsform in den gleichwüchsigen Laubholzhochwald, welche die Forstwirte mit besonderem Eifer fast überall vollzogen haben, überhaupt berechtigt war. Die höhere Leistungsfähigkeit der dicht geschlossenen, gleichwüchsigen und gleichalterigen Hochwaldbestockung ist in keiner Weise nachgewiesen worden, vielmehr entschieden zu bezweifeln, namentlich auf Grund der Erwägung, daß der Mittelwald in sehr kurzer Zeit die gebrauchsfähigsten Nutzhölzer darbietet.

Aber der Mittelwald, in dem die Oberhölzer nur 0,3—0,5 der Fläche beschatteten und in dem das Unterholz zur Lieferung eines großen Ertrags berufen wurde, hatte gewisse Schattenseiten, die ich schon ad III betont habe. Es war ungemein schwer, das Unterholz in einer für den Bodenschutz genügenden Vollkommenheit zu regenerieren. Wenige Jahre nach dem Abtrieb des Unterholzes hatten die Ausschläge der alten Hartholzstöcke eine weite Verbrei-

tung angenommen; ohne fortgesetzte Aushiebe war es kaum möglich, die zwischenstehenden, natürlich oder künstlich eingebrachten Samenpflanzen zu erhalten. Das Unterholz degenerierte und die Nachzucht des Oberholzes war in der Regel nur durch kostspielige Heisterpflanzungen möglich, die nicht immer gelungen sind. Wenn die alten Stöcke später die Reproduktion versagten, so überzog sich die Fläche mit Aspenwurzelbrut, Lindenstockschlägen, Hasseln, Birken und Sahlweiden, die im Verein mit Gras und andern Forstunkräutern den Boden nicht zu kräftigen vermögen. Solange die Mittelwaldungen ein vollständiges Unterholz von schattenertragenden dicht belaubten, kräftig vegetierenden Holzgattungen haben, so lange ist ein Rückgang der Bodenkraft nicht zu befürchten, weil alsbald nach dem Hieb der Boden wieder eine dichte Beschirmung erhält. In diesen Fällen prosperiert auch der Niederwald erfahrungsgemäß seit Jahrhunderten auf trockenen Südhängen und Sandböden. Aber dieser Fall tritt sehr selten ein. Man war vielfach genötigt, sehr altes, unwüchsiges Oberholz beizubehalten, welches für den überschirmten Raum viel weniger Zuwachs produziert, wie junge, wuchskräftige Stämme. Eine Umwandlung der Bestockung war in den meisten Mittelwaldungen notwendig geworden.

Bei dieser Umwandlung konnte die allgemeine Einbürgerung der Niederwaldwirtschaft nicht in Frage kommen, denn es ist, wie wir gesehen haben, seit langer Zeit die ausgiebige Nutzholzproduktion die nächstliegende Aufgabe des deutschen Waldbaues.

Man hatte die Baumholzzucht zu begründen. Aber man konnte verschiedene Bestockungsformen für die Baumholzzucht wählen und den Uebergang zu denselben in verschiedener Weise bewerkstelligen. Zwar hatte man ohne Frage die Verjüngung der herabgekommenen Mittelwaldbestockung durch Kernwuchs überall zu vollziehen. Aber man hatte sicherlich zu fragen: ist es für die Gewinnung der höchsten Wertproduktion in der kürzesten Zeit besonders förderlich, wenn man jährlich nur den 100. oder 120. Teil (in den nächsten 20 Jahren den 5. oder 6. Teil) der Waldung verjüngt und hierauf kahl abholzt, außerdem in den übrigen Schlägen nur die schadhaften und unwüchsigen Oberhölzer durch Auszugshauungen entfernt, dagegen die Hauptmasse der Bestockung ihrem Schicksal überläßt, d. h. die alten unwüchsigen Stockschläge mit

den jetzt noch wüchsigen Oberständern, angehenden Bäumen und Bäumen (die jedoch bis zur Verjüngung etwa 160—240jährig werden) in dichten Schluß treten läßt und diese zusammengewachsenen Uebergangswaldungen lediglich auf unterdrücktes Holz durchforstet? Oder ist es volkswirtschaftlich nutzbringender, den oberholzreichen Mittelwald mit einer etwa 40jährigen Wiederkehr des Hiebes herzustellen, auf den jährlichen Verjüngungsschlägen (unter Schirmstand) Bodenschutzholz anzubauen und nach vollzogener Verjüngung die wuchskräftigsten Laßraidel im Verein mit den Oberständern, angehenden Bäumen und Bäumen einen dichten Oberholzstand bilden zu lassen, bis die Laßraidel (aus Stockschlag) und die angehenden Bäume und Bäume überhaupt die hiebsfähigen Oberhölzer durch die (aus dem unterbauten Kernwuchs aufwachsenden) jungen Stangen ersetzt werden können? Man konnte entweder das 40jährige Unterholz beim erstmaligen Hiebe in der Hauptsache fortwachsen lassen (indem man nur die zuletzt genannten Stangen frei stellte und die bei der Fällung der Bäume 2c. beschädigten Gerten auf den Stock setzte) oder dasselbe (wie im Solling) entfernen und neues Bodenschutzholz begründen.

Man kann selbst im Hinblick auf die unvollständigen Beweise, die wir oben kennen gelernt haben, nicht darüber zweifelhaft sein, welche Ergebnisse gefunden worden wären, wenn man lediglich den bisherigen Zuwachs der Oberständer auf die Schirmfläche derselben bezogen haben würde. Leider sind diese Untersuchungen unterlassen worden. Aber wie hat man, so wird der Leser fragen, die Art und Weise der Ueberführung thatsächlich geregelt?

1) Die Ansichten der Waldbauschriftsteller.

Heinrich Cotta hat mit gewohntem Scharfblick die zuerst genannte Art der Umwandlung ins Auge gefaßt. Er gibt zunächst eine „idealische Darstellung, um das Verfahren bei der Umwandlung zu verdeutlichen, nicht aber, um damit eine allgemeine Vorschrift zu geben“.

Wenn man die Ueberführung beginnen will und auf dem ältesten Schlag per Hektar vorfindet:

18 Stück 150jährige Bäume,
36 „ 120 „ „
54 „ 90 „ „
72 „ 60 „ Oberständer,

so sind die Stämme der drei ersten Klassen bis auf 36 Stück 90jähriger Bäume zu entfernen. Die 72 Stück 60jähriger Oberständer bleiben stehen und aus den schönsten und kräftigsten 30jährigen Stangen wählt man 1260 Stück per Hektar zum Ueberhalten. Die Wiederkehr des Hiebes erfolgt in 30 Jahren. Man hat dann per Hektar:

36 Stück 120jährige Bäume,
72 „ 90 „ „
und mindestens 1080 Stück 60jährige Oberständer.

Bei diesem zweiten Abtrieb geht man zum 40jährigen Umtrieb über, läßt somit nur $^3/_4$ Hektar hauen. Es werden gehauen:

alle 120jährigen Bäume, 27 Stück,
„ 90 „ „ 54 „
die Hälfte der 60jährigen Oberständer = 405 Stück.

Nach 40 Jahren ist die andere Hälfte 100jährig und die 30jährigen Laßraidel sind 70 Jahre alt geworden. Man geht alsdann in 90jährigen Hochwald über und haut nur $^1/_3$ des früheren Mittelwaldschlages. Nach den Berechnungen Cottas ist bei diesem Uebergang der frühere Mittelwaldertrag fortdauernd zu nutzen. Man kann indessen, wie Cotta sagt, sogleich nach dem ersten Umtriebe in die Hochwaldwirtschaft übergehen; aber er betont besonders, daß keine zu hohe Umtriebszeit gewählt werden darf, damit die Laßraidel des letzten Schlags nicht zu alt werden. Statt der 120jährigen Umtriebszeit ist die 100jährige zu wählen, damit die 30jährigen Laßraidel nur 130jährig und nicht 150jährig werden.

Hundeshagen will die Ueberführung mittels Vermehrung des Oberholzes bei fortgesetzter Mittelwaldwirtschaft bewirken.

Man teilt die für den künftigen Hochwald festgesetzte Umtriebszeit in vier Zeitperioden (z. B. jede derselben zu 30 Jahren) und wählt dann die Distrikte aus, die dereinst in einer oder der anderen derselben zur schlagweisen Verjüngung als Hochwald kommen sollen. Hierauf setzt man den Mittelwaldbetrieb in den nächsten zwei Perioden noch in der Art fort, daß nach Ablauf derselben die erste Klasse der Bestände nur durch lauter Stämme von 90—130 Jahren bestanden ist, ferner die zweite Klasse eine zum vollkommenen Schluß beinahe hinreichende Menge 60—90jähriges Oberholz besitzt, die dritte Klasse aber größtenteils 30 bis 60jähriges Holz enthält und endlich die vierte Klasse nur mit jungem, 10 bis 30jährigem kräftigem Stockausschlage oder jungem Samenaufwuchse bestanden ist.

Die Ansichten Pfeils über die Umwandlung eines Mittelwaldes in Hochwald sind unbestimmt. Man soll in den Mittelwaldbeständen, die später zur Verjüngung gelangen, das alte Holz ausschneideln, höchstens einen zu sehr verdämmenden Stamm oder die nicht aushaltenden alten Bäume heraushauen u. s. w.

Karl Heyer*) will die Umwandlung durch Vermehrung des Oberholzes bei fortgesetzter Mittelwaldwirtschaft bewirken.

*) Die Verfahren, welche Gwinner angibt, enthalten nichts Bemerkens=

Karl Fischbach will zunächst nicht die ganze Periodenfläche, sondern einen kleineren Teil des Waldes — etwa 10—15 Prozente — zu Hochwald verjüngen.

Der Abgabesatz wird durch den Aushieb des Oberholzes in den jüngsten Mittelwaldschlägen (20—25% der Gesamtfläche) bis auf einen kleinen Rest ergänzt. Hierauf werden ca. 15—20% der Fläche verjüngt, weil die Nachhiebserträge ausfallen. Endlich werden die 20—25% der Gesamtfläche verjüngt, wo das Oberholz durch Nachhiebe entfernt worden ist. Wenn der Mittelwald vorherrschend aus Stockschlag besteht und wegen Mangel von Samen- (Oberholz-) Bäumen Nadelholz angebaut werden soll, so empfiehlt Fischbach, die Hochwaldverjüngung einige Jahre auszusetzen und inzwischen weitere Mittelwaldhiebe in denjenigen Stockausschlägen mit Vermehrung des Oberholzes zu führen, welche die Verdoppelung oder Verdreifachung des früheren Umtriebs ohne sehr große Verluste an Holzzuwachs, Holzwert und Bodenkraft nicht aushalten.

2) Die Verfahrungsarten der forstlichen Praxis.

Die bayrischen Wirtschaftsregeln für die Umwandlung von Mittelwaldungen in Hochwaldungen legen hauptsächlichen Wert auf die Erhaltung der edlen Holzarten, d. h. der Rotbuche und Eiche und auf die alsbaldige Herstellung und unausgesetzte Erhaltung des Kronenschlusses.

In den noch nicht zum Zwecke der Verjüngung angegriffenen Abteilungen, die vorherrschend auf Laubholz (Buchen mit Eichen) bewirtschaftet werden sollen, ist „der Abtrieb der dermaligen Bestockung an hartem Holze nicht zu übereilen, sondern zu verschieben, bis der Bestand zureichend herangereift ist, und mit Aussicht auf Erfolg, ähnlich dem Hochwalde, im Besamungsschlag gestellt werden kann.“ Inzwischen sind lediglich die Weichhölzer und Birken und die unwüchsigen Stockschläge durch Reinigungen und Durchforstungen zu entfernen; aber unter keinen Umständen ist der Schluß zu unterbrechen, zu dessen Erhaltung selbst einige Weichholzstämme bis zum Abtrieb belassen werden dürfen. Nur dasjenige abständige Oberholz an Eichen und Buchen, welches bis zur natürlichen Verjüngung des Hauptbestandes nicht mehr auszudauern verspricht, ist durch Auszugshauungen zu entfernen. In den bereits angegriffenen, für die Laubholznachzucht bestimmten Abteilungen sind die Weichhölzer und Stockschläge allmählich auszuforsten und die leeren Stellen durch künstliche Kultur zu verjüngen. Schönwüchsige Eichen, die noch 80 Jahre ausdauern, sind überzuhalten. Auch in den Abteilungen, welche wegen ihrer schlechteren Bodenbeschaffenheit oder wegen des Uebergewichts der Weichhölzer mit Nadelholz besäet oder bepflanzt werden müssen, hat man mit besonderer Aufmerksamkeit die Laubholznachzucht an allen geeigneten Orten zu bewerkstelligen. „Größeren oder kleineren Horsten von Buchen und Eichen, die sich erhalten können, lasse man den Vorzug und bringe ihnen

---

wertes. Stumpf beschreibt im wesentlichen das in Bayern eingehaltene Verfahren (siehe unten).

die Fichten nicht zu nahe. Noch weniger aber mische man dieselben hier oder in den vorher besprochenen Fällen einzeln in das Laubholz ein."

Die später (1862) veröffentlichten Wirtschaftsregeln für die vom Mittel- in Hochwald überzuführenden zwei Wirtschaftskomplexe des Guttenberger- und Gramschatzer Waldes bei Würzburg enthalten im wesentlichen keine Abänderung. Die Eichen sollen 1/3 der Fläche später bestocken und zu diesem Zweck in dichten Horsten — „und zwar in Horsten solchen Umfangs, daß die Eiche sich selbst schützen kann, ohne dabei des Vorteils, welche ihr die Buche durch Verbesserung des Bodens gewährt, wegen zu großer Ausdehnung der Horste entbehren zu müssen" — erzogen werden. Wenn das Unterholz vorherrschend aus Weichhölzern besteht und das Abtriebsalter im Mittelwalde noch nicht überschritten hat, so wird dasselbe noch einmal abgetrieben, dabei aber die zur Umwandlung brauchbaren Buchenstangen in der zu diesem Zweck nötigen Anzahl übergehalten. Bei der Schlagpflege werden Linden, Saalweiden und Haseln mit der Wurzel ausgegraben. Nadelholz wird zur Ausfüllung der Lücken nur auf einem Boden, der für das edle Laubholz weniger geeignet ist, zugelassen. Wüchsige Kiefern läßt man einwachsen.

Die bayrische Forstverwaltung ist, wie man sieht, vor allem besorgt, Buchen und Eichen, wo sie nur gefunden werden, zu erhalten und die früher freiständigen Stämme in dichten Kronenschluß zu bringen. In oberholzreichen Mittelwaldungen werden alsbald die früheren alten Bäume, Hauptbäume und angehenden Bäume die Hauptmasse des Uebergangsbestandes ausmachen, wenn sie noch nicht abständig geworden sind und noch einige Zeit auszudauern versprechen. Wie es mit den Zuwachsleistungen eines derartigen Bestandes beschaffen ist, mit der Produktion von Gebrauchswerten für den menschlichen Haushalt — diese Frage scheint nicht erörtert worden zu sein.

In den Domänenwaldungen des Großherzogtums Sachsen-Weimar werden, wie Karl Grebe berichtet, die Bestände, die nach 20—40 Jahren zur Verjüngung kommen und infolge ihres vollen Oberholzbestandes zu dieser Zeit zureichenden Schluß erlangen, in ähnlicher Weise behandelt, wie in Bayern.

Man entfernt die abständigen Bäume durch Auszugshauungen, durchforstet das Unterholz scharf eingreifend und stellt dann mittels der kräftigen Unterholzstangen und des Oberholzes Vorbereitungsschlag.

Aber die Mittelwaldbestände, die ein minder dicht stehendes Oberholz und kein sehr kräftiges und standhaftes Unterholz haben, werden für die Verjüngung in der dritten

Periode, nach 40 und 60 Jahren, und in der vierten Periode, nach 60—80 Jahren, bestimmt und nicht in gleicher Weise bewirtschaftet, wie in Bayern.

Die Bestände, die in der dritten Periode zur Verjüngung gelangen, werden in den ersten 20 Jahren in einen sog. Mittelwaldzwischenschlag gestellt. Alle älteren, rückgängigen Oberholzstämme werden entfernt; es bleiben nur die gutwüchsigen Stämme stehen, welche passende Verwendung bei der späteren Besamungsschlagstellung finden können. Die Kernwuchshorste im Unterholz werden frei gehauen und gereinigt, damit sie zu ausgeschafteten und erstarkten Stangenholzgruppen aufwachsen, die später zum Einwachsen oder zur Schirmstellung benutzt werden können. Vom anderen Unterholz werden möglichst viel Laßreiser zur Ergänzung des zukünftigen Besamungsschlages übergehalten. Die Lücken und schlechtbestockten Flächenteile werden mit Fichten und Lärchen durchpflanzt. Zehn bis zwanzig Jahre vor der Verjüngung wird der zweite Hieb, der vorbereitende Durchhieb, geführt; die schlechten und schadhaften Laßraidel des Zwischenschlags werden dabei durchforstungsweise hinweggenommen.

In den Beständen, die nach 60—80 Jahren verjüngt werden, haben lediglich die Oberständer und Laßraidel den Haubarkeitsbestand zu bilden. Die stärkeren Oberholzstämme sind beim ersten Mittelwaldzwischenschlag in den nächsten zwanzig Jahren auszuhauen; derselbe hat außerdem möglichst viel Laßreiser in angemessener Verteilung zu belassen. Kleinere Lücken werden durch Laubholzheisterpflanzung ergänzt; mangelhaft bestockte, verwilderte Bestandspartien, größere Lücken und Blößen, vermagerte Außenränder werden gänzlich in Nadelholz umgewandelt, da dasselbe nach 60—80 Jahren schwach haubar sein wird.

Zwanzig Jahre später wird ein zweiter Zwischenschlag eingelegt, der Nachlese unter dem schadhaft gewordenen Oberholze hält und die schadhaft gewordenen, krumm gebogenen oder sonst entbehrlichen Laßreiser entfernt. Zehn bis zwanzig Jahre vor der Verjüngung wird der vorbereitende Durchhieb in der oben erwähnten Art geführt.

Die weiteren Mitteilungen in der Forstlitteratur bieten wenig Bemerkenswertes. In der weimarischen Forstinspektion Allstädt soll ein Zwischenbetrieb, bei welchem in dem 1—4mal alle 20 Jahre wiederkehrenden Mittelwaldschlage immer dunkler gehalten wird, bis das Unterholz eingeht, weniger vorteilhaft, sogar oft nachteilig für die Nachzucht der Eiche sein. Uebrigens wird die Eiche horstweise auf Flächen von 0,07 bis 0,85 ha erzogen.

Forstrat Gehret in Aarau hat ein eigenartiges sog. Vorwaldsystem bei der Ueberführung der Mittel- und Niederwälder in den Hochwaldbetrieb schon 1840 eingehalten, was sich durch die Erfahrung bewährt haben soll.

Die umzuwandelnde Mittel- oder Niederwaldung wird in 30 Schläge ein-

geteilt; jedes Jahr wird mit möglichster Rücksicht auf eine zweckmäßige Hiebsfolge ein Schlag abgetrieben, gerodet, und 1—2 Jahre landwirtschaftlich benutzt. Ein bis zwei Jahre nach dem Abtrieb erfolgt die Aufforstung mittels Reihenpflanzung in 5- bis 6füßigen Reihenabständen, zwischen den Reihen kann die landwirtschaftliche Benutzung des Bodens noch 2 Jahre fortgesetzt werden. — Bei der Pflanzung wird — Reihe um Reihe wechselnd — die eine mit denjenigen — wo möglich schattenertragenden — Holzarten bepflanzt, welche den künftigen Bestand bilden sollen, und die andere mit einer oder mehreren schnell wachsenden, lichtfordernden und wenig Schatten gebenden. — Die ersteren werden in den Reihen 3—4, die letzteren 5—6 Fuß auseinandergesetzt. — Letztere führen den Namen „Vorwald" und sind dazu bestimmt, in dem Zeitraume, der zwischen der Beendigung der Umwandlung und dem Beginn der Haubarkeit des künftigen Hochwaldes liegt und zu 30 Jahren angenommen wird, das Bedürfnis an Holz zu befriedigen. Nach Ablauf dieser 30 Jahre, also 60 Jahre nach Beginn der Umwandlung, nimmt der eigentliche Hochwaldbetrieb seinen Anfang, indem im 61. Jahre die Hälfte des zuerst umgewandelten, jetzt also 60jährigen Bestandes, im 62. die zweite Hälfte desselben und so fort abgetrieben wird. — Da der Hieb schon im 62. Jahre 61jähriges, im 64. 62jähriges, im 70. 65jähriges Holz u. s. f. trifft (der Ertrag stets von gleich großen Schlägen), also von Jahr zu Jahr steigt, so ist es ein Leichtes, die Umtriebszeit während des ersten Hochwaldabtriebes durch eine allmähliche Verkleinerung der Jahresschläge auf 80 oder mehr Jahre zu steigern, und dadurch zu einer normal streng nachhaltigen Hochwaldwirtschaft überzugehen. Für den Hauptbestand werden vorzugsweise Rottannen, Weißtannen und Buchen gewählt, für den Vorwald eignen sich Lärchen und Birken, auf gutem, frischem Boden auch Eschen, Ahorn und Ulmen. — Die Föhre ist nicht ausgeschlossen, ihrer starken Astverbreitung wegen aber nicht beliebt. — Bei der Umwandlung von Mittelwald sollen einzelne wüchsige Oberständer stehen bleiben und in den nachzuziehenden Hochwaldbestand einwachsen, damit nicht sofort nach der Umwandlung Mangel an starkem Holze eintrete.

Nach diesem Prinzip sind mehrere 1000 Jucharten Mittel- und Niederwald in Hochwald umgewandelt worden. Das System hat sich bewährt, jedoch hat sich die Ertragsberechnung für die zweite Umtriebszeit von 30 Jahren als unrichtig herausgestellt, weil die schnell wachsenden Holzarten in der Zwischenzeit aufgeästet und zum Teil selbst herausgenommen werden müssen, wenn der Hauptbestand erhalten werden soll. —

Elfter Abschnitt.

Der Niederwaldbetrieb.

Die Laubhölzer, welche in den deutschen Waldungen gezüchtet werden, liefern sämtlich im jugendlichen Alter Ausschläge aus den Wurzelstöcken, die beim Abhieb im Boden verbleiben. Die meisten Holzarten treiben nur Stocklohden (von dem senkrecht hinabgehenden Wurzelstocke); Stock- und Wurzellohden zugleich liefern Weißerlen, Rüstern, Maßholder, Akazien, Pappeln, Weiden ꝛc. Aeltere Stöcke von Aspen treiben nur Wurzelbrut. Allein alle Holzarten, welche nur Stocklohden treiben — mit Ausnahme der Rotbuche — lassen sich zum tieferen Austrieb der Lohden zwingen, wenn man die Schäfte dicht am Boden abhaut. Man nimmt an, daß die Lohden nicht so lange wuchsfähig bleiben, als der unverstümmelt gebliebene Stamm ausgedauert haben würde. Aber erfahrungsgemäß kann man die Stockschläge, namentlich die Eichenstockschläge, zu einer nach vielen Jahrhunderten zählenden Ausdauer im vollen Wuchs befähigen, wenn man die Lohden beständig sehr tief abhauen läßt. Es werden in diesem Falle Wurzel- oder Stocklohden aus dem Boden herausgetrieben, die sich unterhalb bewurzeln und zu selbständigen Pflanzen ausbilden.

I.

Die Brennstoffproduktion im Niederwaldbetriebe.

Nachdem die Bezugswege des Brennstoffverbrauchs in Deutschland durch den Eisenbahnbau gründlich verändert worden sind, bildet

die Brennholzzucht im Niederwaldbetriebe in sehr seltenen Fällen die einträglichste Bewirtschaftungsform des Waldes. Für die Forsttechnik kommt fast nur die Gewinnung von Gerbrinde im Eichenschälwaldbetrieb, die Erzeugung von Faschinen u. s. w. in Betracht. Zwar ist die frühere Meinung, daß der Hochwaldzuwachs viel höher sei, als der Niederwaldzuwachs (G. L. Hartig behauptet sogar, daß der Zuwachs im Buchenhochwald doppelt so hoch sei, wie der Zuwachs im Buchenniederwald), durch die späteren Mitteilungen über die Zuwachsverhältnisse nicht bestätigt worden. Allein in Nord- und Ostdeutschland wird der Mittelwaldbetrieb, wenn in Gemeinde- und Privatwaldungen die Brennholzzucht das oberste Wirtschaftsziel bildet, oder die Kiefernzucht mit kurzer Umtriebszeit größere Vorzüge gewähren, als der Niederwaldbetrieb. Für Süd- und Westdeutschland gilt dasselbe; hier kann man auch sehr oft, wenn Laubhölzer im Niederwaldbetrieb gedeihen, Eichenschälwald begründen, denn Eichenstockschlag gedeiht auch auf flachgründigem und trockenem Boden.

Das Wesentliche des Niederwaldbetriebs ist schon von Georg Ludwig Hartig so erschöpfend dargestellt worden, daß für die späteren Schriftsteller nur unwesentliche Ergänzungen übrig geblieben sind. Man haut den Schlag, sagt G. L. Hartig, von Mitte Februar bis Mitte April. Man führt den Hieb an den Stangen und Stämmen so tief als möglich; nur bei alten knorrigen Stämmen lasse man 2—3 Zoll lange Stifte mit weicher Rinde stehen. Mit vorzüglich scharfen Werkzeugen werden die stärkeren Stangen von beiden Seiten durch gleich tiefe Kerben, die schwächeren Stangen durch einen glatten Hieb abgehauen, damit die Stöcke nicht splittern und kein Wasser auf der Hiebsfläche stehen bleibt. Die Schläge werden vor Ausbruch des Laubes geräumt. Zum Schutz gegen Sonnenhitze kann man auch im Niederwalde geringe Stämme oder Raidel und Stangen stehen lassen, bis der 20. oder 16. Teil der Fläche beschirmt ist. Diese Oberhölzer sollen durch ihren Samenabwurf die abgehenden Stöcke ersetzen; indessen wird hierzu auch künstliche Saat und Pflanzung angewendet.

Zu Niederwald sind nach Hartig Eichen, Hainbuchen, Birken, Ahorn, Eschen und (auf nassem Boden) Erlen die tauglichsten Holzarten. Die Rotbuchenstöcke versagen sehr bald einen kräftigen

Ausschlag, weshalb Hartig die Belassung vieler Stangen und die Verjüngung durch Besamung im 60jährigen Alter (mit hierauf folgender Niederwaldwirtschaft in gleicher Art) befürwortet.

Für die Umtriebszeit öffnet G. L. Hartig einen verhältnismäßig großen Spielraum. In der That werden die harten Baumhölzer mit 13—25jährigem, seltener bis 30jährigem Umtrieb, die weichen Hölzer mit 10—15jährigem, seltener 20jährigem Umtrieb behandelt — abgesehen von den Faschinenwaldungen und Weidenhegern.

Die Fortbildung der Niederwaldwirtschaft hat in späterer Zeit nur die Fragen diskutiert, ob im jungen Holze oder tief am Stocke zu hauen und ob der Safthieb kurz vor dem Laubausbruch oder der Winterhieb vorzuziehen sei. Zum Abschluß ist diese Erörterung nicht gekommen, indessen ist der Safthieb tief am Stocke am meisten gebräuchlich. Karl Heyer hat den Zwischenbau von Nadelholz — namentlich von Kiefern — befürwortet und Dengler will die Niederwaldungen durch Nadelholzeinbau unmerklich in den Hochwaldbetrieb übergehen lassen. Karl Heyer behauptet, daß der Niederwaldbetrieb für magere Standorte, für welche derselbe vielseitig empfohlen worden sei, durchaus nicht tauge, sondern nur für sehr kräftige und fette Standorte (was jedoch für die Holzarten, welche bei tiefem Hieb unter dem Boden Ausschläge treiben, nicht immer richtig sein dürfte).

II.

Der Eichenschälwaldbetrieb.

Diese Betriebsart, deren Hauptzweck die Produktion von Eichengerbrinde ist, hat in der Forstlitteratur eine fleißige und gründliche Erörterung gefunden. Ich kann an dieser Stelle nur die hauptsächlichen Resultate derselben überblicken.

1) Standort. Der Eichenstockschlag gedeiht, wenn derselbe glücklich begründet ist, bei tiefem Hieb der Stöcke auf dem flachgründigsten trockensten Boden erfahrungsgemäß seit Jahrhunderten mit ungeschwächter Produktivität. Die wenigen Stöcke, welche ausgehen, müssen wieder ersetzt werden, was gewöhnlich durch sog. Stutzerpflanzung geschieht. Es ist noch nicht genau ermittelt,

wie weit diese Betriebsart, die im Odenwalde, am Neckar und am Rhein heimisch ist, im Norden und im Osten unseres Vaterlandes mit den andern forstlichen Betriebsarten in die Schranken treten kann; die Herbstfrühfröste werden hier häufig zerstörend auf die jungen, noch nicht vollkommen verholzten Lohden wirken. In der Eifel findet man den Schälwald in einer Höhe von ca. 500 m, in Kurhessen bei Eschwege bis zu ca. 400 m; in größerer Ausdehnung tritt diese Bestockungsform im Siegenschen (in Verbindung mit Fruchtnutzung) zwischen 200 und 650 m Meereshöhe (jedoch liefert derselbe über 500 m sehr geringe Rindenerträge), in der Nähe von Hildesheim und in Holland (Heerenberg) auf. Aber auch im schottischen Hochland findet man fleißig durchforstete Schälwaldungen.

Im Stockschlagbetrieb läßt sich die Eiche wie gesagt auch auf sehr flachgründigem und trockenem Boden behandeln, wenn eine vollkommene Bestockung vorhanden ist oder hergestellt werden kann. Auf den heißen, trockenen, flachgründigen Südhängen der Thonschiefer- und Quarzitformation am Rhein und den Südhängen des geröllreichen, steinigen Porphyrbodens am Donnersberg in der Rheinpfalz findet man nur krüppelhaftes Eichenbaumholz, dagegen üppig wachsende und Jahrhunderte ausdauernde Eichenstockschläge. Der Eichenniederwald gedeiht sicherlich am besten auf einem tiefgründigen und humusreichen Boden; die geognostische Abstammung des Bodens hat, wie behauptet wird, keinen Einfluß auf die Qualität der Rinde, und deshalb wird die Gesamtproduktion des Schälwaldes an Holz und Rinde lediglich von den Faktoren abhängen, die überhaupt für den Holzwuchs maßgebend sind — aber dem flachgründigen und trockenen Boden wird, wenn der Untergrund zerklüftetes Gestein hat und nicht bruchig, torfig u. s. w. ist, der Eichenschälwald wahrscheinlich den höchsten Ertrag unter allen forstlichen Benutzungsarten abgewinnen.

2) Die Frage, ob die Stieleiche oder die Traubeneiche besser für die Rindenproduktion sei, ist nicht entschieden worden. Ein großer Unterschied dürfte kaum obwalten. Quercus pedunculata kommt später in den Saft und wird deshalb von Spätfröften weniger beschädigt. Wie sich die beiden

Eichenarten bezüglich der Frühfröste im Herbst und gegen den ersten Schneefall verhalten, darüber liegen zuverlässige Beobachtungen nicht vor. Der Anbau von Quercus rubra ist versucht worden; man kann jedoch noch nicht beurteilen, wie sich der Holz- und Rindenertrag gegenüber Quercus robur und Quercus pedunculata verhalten wird.

3) Die Begründung und Ausbesserung der Eichenschälwaldungen geschieht sowohl durch Eichensaat, namentlich sog. Stecksaat, als auch durch Pflanzung, namentlich sog. Stutzerpflanzung, bei welcher starke Eichenpflanzen dicht über dem Wurzelknoten scharf abgeschnitten werden. Man hat zur Bildung des Schälwaldbusches die Pflanzen in Dreiecksform mit einer Entfernung von 0,5 m eingepflanzt.

4) Ueber die vorteilhafteste Zahl der Ausschlagstöcke per Hektar hat man zuverlässige Erfahrungen nicht gewonnen. Es ist wahrscheinlich, daß ein zu dichter Stand der Stöcke nachteilig auf den Holz- und Rindenertrag und namentlich auf die Dicke und die Qualität der Rinde einwirkt. Aber die Bemessung des Dichtigkeitsgrades nach der Zahl der Stöcke ist, da die letzteren eine sehr verschiedene Lohdenzahl und Ausbreitung haben, unsicher. Indessen scheint eine dichtere Stellung, als 10 000 Stöcke per Hektar den Holz- und Rindenertrag zu vermindern, während anderseits eine 1½ m überschreitende Entfernung der Stöcke zunächst nur unter besonderen Verhältnissen rätlich sein dürfte.

5) Mit Sicherheit ist dagegen durch einen in der hessischen Wetterau schon 1849 vollendeten vergleichenden Versuch nachgewiesen worden, daß eine im 15jährigen Alter des Eichenschälwalds vorgenommene Durchforstung, welche lediglich das unterdrückte Gehölz entfernt, sehr günstig auf den Holz- und Rindenertrag im 20jährigen Alter einwirkt. Man hatte hier beobachtet, daß die Zahl der Stangen sehr beträchtlich durch Unterdrückung abnimmt: bei einer Stöckezahl von

8780 Stück per Hektar auf 1. Bon.
7200 „ „ „ „ 2. „
4680 „ „ „ „ 3. „

fand man Lohden und Stangen per Hektar auf sorgfältig gewählten Probeflächen gleicher Standorts- und Bestandsgüte

im 3—4jährigen Alter .	36800	Lohden
davon prädominierend	25600	„
unterdrückt . . .	11200	„
im 8—9jährigen Alter .	30420	„
davon prädominierend	23420	„
unterdrückt . . .	7000	„
im 15—19jährigen Alter	18700	„
davon prädominierend	13200	„
unterdrückt . . .	5500	„

Ein 3,21 Hektar großer Eichenschälschlag 3. Standortsklasse wurde in zwei gleichartige Hälften geteilt und die eine Hälfte im 15. Jahre vorsichtig durchforstet. Der Ertrag im 20. Jahr stellte sich auf den beiden Hälften wie folgt:

	Durchforstet. Holz. Festm.	Durchforstet. Rinde. Ctr.	Undurchforstet. Holz. Festm.	Undurchforstet. Rinde. Ctr.
	per Hektar.			
Durchforstungsergebnis .	22,5			
Raumholzfällung*) . .	25,0		25,6	
Schälholzfällung . .	31,5	95,8	25,6	84,6
Summa	79,0	95,8	51,2	84,6

Durch die Durchforstung wurde sonach der Holzertrag um 54% und der Rindenertrag um 13% erhöht. Auch in Rheinhessen wird die Quantität und Qualität des Holz- und Rindenertrags durch die Durchforstung, die etwas schärfer als gewöhnlich, jedoch ohne Unterbrechung des Schlusses vorgenommen wird, erhöht. Am Rhein wurde nach Wohmann durch die Durchforstung im 13. Altersjahre der Gesamtholz- und Rindenertrag (Abtrieb im 20. Jahr) wie folgt erhöht:

	Bestand I.	Bestand II.	Bestand III.
Holz .	19%	65%	15%
Rinde .	53%	44%	24%

6) Allseitig wird der tiefe Hieb der Stangen beim Abtrieb befürwortet. Wenn die Stöcke infolge des Hiebes im jungen Holze

*) Unter Raumholz versteht man (in Hessen-Darmstadt) die Mischhölzer der Eiche im Schäl- und Hackwald (Haseln, Birken, Hainbuchen 2c.).

ganz vermaserte, unförmliche Knorren gebildet haben, so schlagen dieselben, tief abgesägt, zumeist wieder kräftig aus, während sich die Lohden selbständig bewurzeln (wie die Versuche bei Gedern bewiesen haben.

7) Die Umtriebszeit beträgt in der Regel 15—16 Jahre, weil mit dieser Abtriebszeit die glatteste und beste Spiegelrinde gewonnen wird. Es ist sehr fraglich, ob eine Erhöhung der Umtriebszeit auf etwa 20 Jahre den Durchschnittszuwachs an Holz- und Rindenwert vermehren wird. Auf sehr gutem Standort wird man bei frühzeitiger Durchforstung die Umtriebszeit einige Jahre unter das 15. Altersjahr festsetzen dürfen (in Holland wird auf umgespatetem Boden 10jährige Umtriebszeit eingehalten).

8) Die Holz- und Rindenerträge sind selbstverständlich je nach der Bodengüte und der Beimischung von sog. Raumholz (Hainbuchen, Haseln 2c.) außerordentlich verschieden. Während im Siegenschen bei einer Höhe von mehr als 500 m über dem Meere kaum noch ein Rindenabtriebsertrag von 20 Ctr. und im Durchschnitt aller Lagen ca. 40 Ctr. per Hektar gewonnen werden kann, schwanken die Durchschnittserträge des 15—18jährigen Umtriebs in Rheinhessen (Wendelsheim) und im Odenwald zwischen 67 und 123 Ctr. Im badischen Odenwald (Forstbezirk Ziegelhausen) liefern die vollkommen bestockten Eichenschälwaldungen bei 15jährigem Umtrieb pro Hektar:

		Holz.	Rinde.
Bonität	I. sehr gut . .	45 Festm.	120 Ctr.
„	II. gut	37 „	95 „
„	III. mittelmäßig .	28 „	65 „

Nach den Untersuchungen der württembergischen Versuchsanstalt gibt im großen Durchschnitt ein Festmeter der insgesamt vorhandenen Eichenholzmasse im 16jährigen Alter 100 kg waldtrockene Glanzrinde. Ein Festmeter Schälmaterial gibt 132 und ein Raummeter 51 kg waldtrockene 16jährige Rinde. In Wellen aufgearbeitet (mit Rinde) geben 100 Normalwellen 411 kg trockene Rinde. Geschältes Holz gibt per Raummeter 73,4 kg und per Wellenhundert 514 kg waldtrockene Rinde (überall für 16jähriges Holz).

9) Die Schälmethoden sind in den einzelnen Gegenden sehr verschieden. Neubrand, der den Schälwaldbetrieb in ver-

schiedenen Gegenden Deutschlands gründlich untersucht hat, hält das Verfahren am Donnersberg für das beste. Die Stangen werden am Fuße mit der sog. Heppe geringelt, der Rindenstreifen wird auf 4 Fuß mit dem gleichen Instrument abgelöst und die unterste Schale mit dem sog. Löffel geschält. Hierauf wird die Stange am Boden abgehauen, jedoch nicht ganz, sondern so, daß der Stamm umgelegt am Boden noch einen festen Halt hat, damit er beim weiteren Schälen mit dem Löffel einen Widerstand bietet und an Hängen nicht abspringt. Man verfertigt alsdann aus Aesten von Schälstangen ein oder zwei ungefähr 1 1/2—2 Fuß lange Gabelstängchen und hierauf wird die umgebogene Lohde gestützt, damit sich der Arbeiter nicht auf die Erde zu bücken braucht. Die Aeste werden nicht unmittelbar am Stamme weggenommen, sondern je nach der Dicke in 1—2 Fuß Entfernung. Liegt die an den Aesten und der Kronenspitze bis zu einem Durchmesser von etwa 1/2 Zoll eingestützte Stange auf den Gabelpfählchen, am Fuße noch teilweise mit dem Stocke verbunden, so fährt der Arbeiter mit dem Schälen fort, indem er mit der Heppe, an der Spitze der Aststummel beginnend, den Rindenstreifen gegen den Stamm und von hier gegen den Fuß des Stammes ablöst, die Rinde mit dem Löffel in gleicher Richtung schält und gleich darnach in 4 Fuß lange Stücke zerlegt. Die Stange wird nun am Fuße vollends abgehauen und der Stock geglättet. Die abgehauenen Zweigspitzen werden von Frauen und Kindern noch so weit durch Klopfen geschält, als es sich irgendwie lohnt.

Das Klopfen der Rinde ist möglichst zu vermeiden. Es bilden sich saftleere Druckstellen, die Rinde wird hygroskopisch, vielfach zerfetzt und unansehnlich; es verwandelt sich, wie man glaubt, der Gerbstoff in Gallussäure, die Rinde schimmelt an diesen Stellen bei nur mäßig feuchter Witterung und verliert an Gerbstoff.

Bei den im Odenwald vorgenommenen vergleichenden Versuchen war der Rindenentfall beim gewöhnlichen Klopfverfahren, beim Stehendschälen mit Einkerben der Rinde und beim Stehendschälen mit Einreißen derselben per Raum- oder per Festmeter ziemlich gleich, jedoch war der Abtriebsaufwand beim Stehendschälen meistens größer. Die Zahl der Stöcke und der Holz- und Rindenertrag derselben war indessen auf den Versuchsflächen nicht ganz

übereinstimmend. Die Gerber bieten, wie Seeger berichtet, für die durch Stehendschälen (soweit als möglich) gewonnene Rinde ca. 10% mehr. Der Meinungsstreit, ob die Rinde am Fuße der Stangen einzukerben oder einzureißen ist, wurde nicht entschieden.

Zum Trocknen wird die Rinde an dachförmig gestellte Stangen aufgestellt. Regel ist der Verkauf der Rinde nach dem Gewicht. Alle anderen Verkaufsmethoden (nach dem Raumgehalt der Rinde, namentlich per Raumeinheit des geschälten und aufgeschichteten Holzes) sind unsicher und unpraktisch. Bei der Gewichtsermittelung ist es rätlich, alle Gebunde zu wiegen (statt der Mittelgebunde, die abwechselnd vom Verkäufer und Käufer ausgewählt werden).

10) Die dauernde Beimischung anderer Holzarten (sog. Raumholz) schädigt den Rindenertrag. Beim tiefen Hieb der Eichenstöcke wird der volle Schluß bald nach dem Abtriebe wieder hergestellt und alsdann wird der Boden genügend beschützt. Die Meinung, daß namentlich die im Odenwalde stark verbreitete Hasel den Boden bessere, wird nicht mehr aufrecht erhalten. Aber es ist nicht leicht, die raschwüchsigen Ausschläge der Hasel und anderen Holzarten zu verdrängen. Das Decken der Wurzelstöcke mit Erdhaufen (5 qm Grundfläche und 0,50 bis 0,62 m hoch) ist zu kostspielig. Zweckmäßiger ist der oft wiederholte Aushieb der Stockschläge, der im zweiten oder dritten Jahre nach dem Hieb zu beginnen hat.

11) Ueber die Frage, ob im Eichenschälwald Oberholz zulässig sei, lauten die Angaben einstimmig verneinend. Aber diese Frage ist, wie es mir scheint, noch nicht genügend durch vergleichende Untersuchungen aufgeklärt worden. Bei den bestehenden Holz- und Rindenpreisen wird ein Jahreszuwachs von 50 M. per Hektar selbst auf erster Standortsklasse selten vom Schälwald geliefert werden. Wenn im Eichenmittelwalde $^2/_3$ der Fläche durch Oberholz beschirmt wird, so reduziert sich der Unterholzertrag, wie Jäger ermittelt hat, auf die Hälfte. Abgesehen von dem (nicht bekannten) Minderwert der Rinde infolge stärkerer Beschattung würde sonach ein jährlicher Verlust von 25 M. bei diesem starken Beschirmungsgrade anzunehmen sein. Nach den Burckhardtschen Wertertragstafeln wachsen die im 90jährigen Alter durch Aushieb

von 0,6 des Hauptbestands licht gestellten Eichen bis zum 110. Jahr 92 M. per Hektar und Jahr zu (später noch mehr). Nach den Untersuchungen des Verfassers hatten 179 Kiefern, welche auf erster Standortsklasse bei einer Abstandszahl von 16 vor dem Hiebe im 80. Jahre vorhanden waren, im 60. Jahr eine Kreisflächensumme von 18 qm, im 70. Jahr von 24 qm und im 80. Jahr von 31 qm, während ein voller Kiefernbestand auf zweiter Standortsklasse 38—40 qm Grundfläche hat; erst zwischen dem 70. und 75. Jahre erreicht somit die Ueberschirmung der von Jäger angenommenen $^2/_3$ der Fläche. Diese 179 Stämme hatten, wenn man einen Durchschnittspreis für Kiefernnutzholzstämme (mit 46,7 cm Brusthöhenstärke) von 16 M. per Festmeter annimmt, einen Jahreszuwachs von 133 M. per Hektar. (Für 40—60jährige Kiefern berechnet sich bei lichterem Schirm ein Jahreszuwachs von 158 M. per Hektar.)

Wenn auch Oberholzzucht nur für die besseren Standortsklassen des Schälwalds und nicht für flachgründige trockene Böden in Betracht kommen wird, so dürfte doch die genannte Frage durch weitere vergleichende Untersuchungen und Berechnungen aufzuklären sein. Schmidt teilt eine Berechnung mit, welche selbst für eine verbleibende Oberholzmasse von 40 Festmetern per Hektar 16% Mehrertrag einnimmt, allein dieselbe stützt sich nicht auf vergleichende Zuwachsuntersuchungen, sondern auf Annahme von 3—3$^1/_2$% Oberholzzuwachs und andere Schätzungen.

12) Der Doppelschälwald, der bei Eschwege in Kurhessen seit langer Zeit besteht, hat gegenüber dem einfachen Schälwaldbetrieb viele Vorzüge. Die Entstehung desselben kann man sich wie folgt denken. In einem 10jährigen Eichenstockschlag werden sämtliche schwachen Eichenstangen (außer dem beigemischten „Raumholz") herausgehauen und nur alle 10 Fuß (ca. 3 m) eine Eiche stehen gelassen (nach einer anderen Mitteilung alle 5 Fuß). Nach 10 Jahren werden nun diese 20jährigen Eichen und alle stärkeren Stangen von den 10jährigen Ausschlägen geschält, so daß wieder alle 3 m eine $^1/_2$—2 Zoll starke 10jährige Stange stehen bleibt. Damit ist der Doppelschälwald fertig, denn alle 10 Jahre hat man 20jährige freiwüchsige Eichenstangen und 10jährigen Stockschlag dazwischen.

Der Doppelschälwald liefert nicht nur ein größeres Quantum von Rinde, vor allem liefert derselbe eine bessere Rinde. Jedoch darf der 10jährige Nutzungsumlauf nicht durch den 15jährigen ersetzt werden, weil in diesem Alter die Rinde rissig und borkig wird. Der Doppelschälwald wird, wie Neubrand mit Recht betont, für das östliche und nördliche Deutschland besondere Würdigung verdienen, weil der volle Lichtgenuß, den die Stangen genießen, die Qualität der Rinde beträchtlich verbessert und vielleicht anderen ungünstigen klimatischen Faktoren entgegenwirkt. Namentlich die alle 10 Jahre wiederkehrende Nutzung, die 30—35 Ctr. Rinde per Hektar liefert, erhöht die Rentabilität dieses Doppelbetriebs.

13) Zur Anzucht der Schälwaldungen benutzt man namentlich auf den ärmeren Böden die Beimischung der Kiefer. Selbst in geschlossenen Kiefernjunghölzern erhält sich in der Regel die Eiche, wenn auch mit kümmerndem, gertenförmigem Wuchs. Werden nach 15 oder 20 Jahren die Kiefern ausgehauen und die Eichen auf den Stock gesetzt, so erlangt man in der Regel einen vollkommenen Eichenniederwald.

14) Die Erweiterung des Schälwaldbetriebs in allen Gegenden, in denen Eichenrindenzucht ausführbar und rentabler ist, wie Nutzholzproduktion, verdient die volle Beachtung der Forstwirte. Für den inländischen Verbrauch ist die inländische Rindenproduktion weitaus unzulänglich; der Import von gemahlener Rinde aus Ungarn und von Kastanienholzextrakt aus Frankreich, Italien und Amerika, Hemlockextrakt aus Amerika, Fichtenrindeextrakt aus Galizien, Extrakt aus Eichenholz und Eichenrinde aus Oesterreich-Ungarn und England, letztere wahrscheinlich amerikanischen Ursprungs u. s. w., ist schon jetzt sehr beträchtlich und wird sich wahrscheinlich noch verstärken.

Für Standorte, welche Nutzholzzucht gestatten und 70—80 % vom Haubarkeitsertrag gewinnen lassen, wird der Eichenschälwaldbetrieb nicht die erforderliche Einträglichkeit haben. Dagegen steht diese Betriebsart gewöhnlich in der Rentabilität voran, wenn Standorte anzubauen sind, die nur Brennholzzucht, namentlich Kiefernhochwaldbetrieb gestatten. Man muß diese Bestände wegen der Auslichtung gewöhnlich mit kurzem Umtrieb bewirtschaften, die kurzschaftigen, dünnen Stämme liefern bestenfalls

20—30% Nutzholz. In Mittel- und Süddeutschland wird man derartige Flächen mit einer ungeahnten Ausdehnung bei genauer Untersuchung finden.

Vorsichtiger ist jedoch stets die Mitanzucht der Kiefer während der ersten 15—20 Jahre mit einer Stellung, welche nötigenfalls die Bestandsbildung in späterer Zeit übernehmen kann, denn es ist — abgesehen von der Gerbung mit Mineralstoffen — immerhin möglich, daß der Preis der Eichenrinde noch weiter herabgedrückt wird durch den Import von gemahlener Rinde und der genannten Extrakte, die eine schnellere und intensivere Gerbwirkung ausüben und das ganze Gerbverfahren vereinfachen*).

Die Anlage von Schälwaldungen wird aber bei günstigen klimatischen Verhältnissen, namentlich bei der Aufforstung der zur Forstkultur geeigneten Oedländereien und fast ertraglosen Feld- und Weidegrundstücke, die jetzt in Deutschland eine sehr beträchtliche Fläche einnehmen**), in Betracht zu ziehen sein. Die Tiefkultur

---

*) 100 kg kosten im Durchschnitt Kastanienholzextrakt 20—36 M., Hemlockextrakt ca. 43 M. loco Hamburg, Fichtenrindeextrakt 11—12 M., amerikanischer Kastanienholzextrakt [„chesnut oak"] ca. 45 M. loco Verwendungsstelle, Extrakt aus Eichenholz und Eichenrinde 44—60 M.

**) In Preußen sind Acker- und Weideflächen mit unter 1,17 M. Grundsteuerreinertrag per Hektar 2 433 017 ha vorfindlich. Hiervon könnten nach dem Gutachten der königlichen Bezirksregierungen im Landeskulturinteresse aufgeforstet werden — 674 905 ha. Außerdem sind Oedländereien, deren Aufforstung möglich und ein dringendes Bedürfnis ist, vorhanden — 106 364 ha. In den westlichen Provinzen werden sich viele Flächen finden, die zu Schälwaldanlagen geeignet sind; ebenso in Bayern, Württemberg, Baden, Hessen, Elsaß-Lothringen und den mitteldeutschen Ländern.

Man sieht übrigens auch bei dieser Gelegenheit, daß die Anlagearten für die Kapitalkräfte, die in den alten Holzvorräten fast zinslos bleiben, im achten Abschnitt keineswegs erschöpfend angegeben worden sind. Die Bodenkultur Deutschlands kann nur dann in rationeller Weise geregelt und auf die höchste Stufe der Einträglichkeit gebracht werden, wenn in allen Ländern Deutschlands die Expropriation dieser Oedländereien und fast ertraglosen Felder in ebenso energischer Weise durchgeführt wird, wie die Verkoppelung in Preußen. Denn die Untersuchung, welche Geldausgabe für die Expropriation, Bodenbearbeitung und Bepflanzung dieser Oedländereien und fast ertraglosen Felder und Weidegrundstücke durch den Holz- und Rindenertrag gestattet ist und mit mäßigen Sätzen verzinst wird, kann keine ungünstigen Ergebnisse liefern. Der katastrierte Feldreinertrag — oben 1,17 M. per Hektar — ist kein genauer

wird am meisten leisten; Vorbau oder starke Beimischung von Schwarzkiefern und Akazien wird vielfach empfehlenswert sein.

III.

Anzucht von Faschinen und Flechtruten.

1) Zur Uferbefestigung und zum Festungsbau gebraucht man Faschinen — das schlanke Reisholz junger Stocktriebe wird in Gebunde mit sehr verschiedener Länge und Dicke mehrmals zusammen gebunden. Auf feuchten und kräftigen Standorten, zumeist in den Stromniederungen, werden schwarze und kanadische Pappeln, zahlreiche Weidenarten, auch Schwarz- und Weißerlen, Haseln, Eschen, Maßholder und viele Sträucher für diesen Zweck benutzt. Man behandelt derartige Buschhölzer im 6—12jährigen Umtriebe und rekrutiert dieselben durch Stecklinge im Frühjahr. Die beste Fällungszeit ist der März, überhaupt die Zeit kurz vor dem Laubausbruch.

2) Auf kräftigen und zugleich feuchten Böden kann zuweilen die Anzucht von Weidenflechtruten Obliegenheit des Forstwirts werden. Von der artenreichen Gattung Salix kommt vor allem die Band- oder Korbweide, S. viminalis L., die Purpurweide, S. purpurea L., die Bachweide, S. helix L., die Dotterweide, S. vitellina L., die braune Weide, S. russeliana Smith, die Mandelweide, S. triandra L. u. a. in Betracht. Die kaspische Weide, S. acutifolia Willd., wächst auch noch auf weniger feuchtem, leichtem Boden (namentlich auf einem mit Kies untermengten Sandboden). Die weiße Weide, S. alba L., ist hauptsächlich als Kopfholz beliebt.

Maßstab. Wenn Schälwald angelegt werden kann, oder Nutzholz nur mit geringen Quantitäten erzogen werden kann, so wird bei einigermaßen produktiven Böden ein erntekostenfreier Jahresertrag von 8—10 M. per Hektar zu erreichen sein. Anderseits läßt sich, wie wir im 13. Abschnitt sehen werden, vorübergehend Getreide ꝛc. in den tiefgründigen, lockeren und humusreichen Böden ohne Nachteil für die Holzproduktion gewinnen und dadurch nicht nur der kaum beträchtliche Ausfall an Getreidegewinnung infolge der Aufforstung ersetzen, man kann vielleicht überdies durch Mehrproduktion dem Getreideimport entgegenwirken, und jedenfalls der ärmeren Bevölkerung Verdienst und Gelegenheit zur Arbeit darbieten.

Die Erziehung der Weiden geschieht in der Regel durch Stecklinge, die man 30—35 cm lang von 2—4jährig kräftig gewachsenem Holze durch schrägen Schnitt abtrennt und mit dem sog. Weidenpflanzer schräg und tief einsetzt, so daß nur etwa 7 cm frei bleiben. In feuchten Lagen zieht man 0,5 m tiefe Gräben auf 1 m Entfernung und bedeckt die (über die Gräben und die zwischen denselben befindlichen Rabatten gelegten) Weidenruten mit dem Grabenauswurf. Im Flugsand setzt man 5—8 Stopfer in 0,3—0,4 m weite „Nester" oder „Kessel". Die Kosten der Neuanlage sind sehr hoch, meistens 300—500 Mark per Hektar; der Ertrag ist außerordentlich verschieden. Jährlich wiederholter Rutenschnitt verkürzt die Dauer der Stöcke, man läßt in der Regel mehrjährigen Schnitt mit einjährigem wechseln. Die passendste Abtriebszeit ist der Spätherbst; die Ruten werden in Bunden (abgetrocknet) unter Stroh aufbewahrt, im nächsten Frühjahr in stehendes Wasser gestellt und hierauf mittels Durchziehen durch eine Handklemme weiß gemacht.

Der Kopfholzbetrieb hat eine geringe Ausdehnung. Auf Viehweiden köpft man Hainbuchen, Linden, kanadische und schwarze Pappeln, Baumweiden 2c. gewöhnlich auf 4 m Höhe und benutzt die ausgetriebenen Lohden mit dreijährigem Umtrieb bei Weiden, mit sechsjährigem Umtrieb bei Pappeln, und mit noch höheren Umtriebszeiten bei langsam wüchsigen Holzarten (selten jedoch über 10jährigen Umtriebszeiten) wie beim Niederwaldhieb.

Zwölfter Abschnitt.

Die Erziehung der Hochwaldbestände und der Einzelstämme.

Die Maßnahmen, welche der Forstwirt zu ergreifen hat, um das Aufwachsen der Ansamungen und Anpflanzungen zu den gebrauchsfähigsten Baumholzbeständen zu unterstützen, habe ich wiederholt und namentlich im siebenten Abschnitte vorgreifend besprochen. Aber diese kurzen Andeutungen hatten an erster Stelle die eigenen Vorschläge hinsichtlich der Abänderung der bestehenden Durchforstungsregeln darzulegen. Ich konnte dort selbstverständlich das wichtige Kapitel, welches die Erziehung der Baumholzbestände und der Einzelstämme darzustellen hat, nicht erschöpfend behandeln und mußte mich im wesentlichen auf die Angabe beschränken, daß die Forstwirte im 19. Jahrhundert fast lediglich die im Kampfe der Waldbäume ums Dasein besiegten, schon verendeten oder ihrem Ende entgegen eilenden Gerten, Stangen und Stämme ohne Vorgriff auf mitherrschende Stammklassen entfernt haben, weil sie mit besonderer Sorgfalt bestrebt waren, den dichten Kronenschluß in den aufwachsenden Beständen zu erhalten.

Man wird jedoch wissen wollen, wie diese allgemein befolgte Durchforstungsregel entstanden ist. Man wird fragen, ob der vollgültige, überzeugende Beweis beigebracht worden ist, daß nur diese und keine andere Erziehungsmethode die höchstmöglichste Wertproduktion im deutschen Walde herbeiführen kann.

Die Pflege der aufwachsenden Holzbestände wurde bisher hauptsächlich durch Reinigungshiebe (Ausjätungen), und durch Durchforstungshiebe vollzogen, bis der „Vorbereitungsschlag"

die Verjüngung zur Erntezeit anbahnt. Man hat außerdem versucht, die Schaftbildung der Einzelstämme durch Ausastung (Aufastung, Schneidelung ꝛc.) zu verbessern. Ich werde diese Verfahrungsarten getrennt zu besprechen haben.

I.

Reinigungshiebe.

1) Die Reinigungs- (Ausjätungs)-Hiebe erstrecken sich sowohl auf die Stockausschläge der Laubhölzer, die von dem abgeräumten Bestand herrühren, als auf die Kernpflanzen, die sich früher angesamt haben (Vorwüchse, Wölfe, Storren), und endlich auf die Weichhölzer, die sich auf der Schlagfläche während der Verjüngung und nach derselben ansiedeln.

a. Die Stockausschläge der Laubhölzer läßt man entweder zu derjenigen Zeit wiederholt aushauen, zu welcher sie die Nachzucht zu verdämmen beginnen oder man läßt dieselben, wenn sie nicht zu dicht stehen und schattenertragende Holzarten zu erziehen sind, fortwachsen, bis sie Manneshöhe und darüber erreicht haben. Die Wegnahme alle zwei bis drei Jahre ist kostspielig und entblößt den Boden. Nach wenigen Jahren werden die jungen Pflanzen wieder von den raschwüchsigen Stockausschlägen bedrängt. Es ist deshalb in vielen Fällen zweckmäßiger, die Stockausschläge die genannte Höhe erreichen zu lassen und hierauf die schlechteren Stockausschläge auszuhauen, dagegen die besseren Stockausschläge, selbst drei bis vier auf einem Stock, stehen zu lassen, von unten herauf auszuasten und allmählich (je nach dem Lichtbedarf der nachzuziehenden Pflanzen) den Schutzbestand auszuhauen — den Rest, wenn der Nachwuchs genügend erstarkt ist.

Bei den lichtliebenden Holzarten — Lärchen, Kiefern, Eichen ꝛc. — ist jedoch der Aushieb der Stockausschläge in den ersten Jahren nach der Begründung des jungen Nachwuchses mehreremal zu wiederholen und später nach Bedarf fortzusetzen.

b. Die weichen Laubhölzer, die sich gewöhnlich auf der Verjüngungsfläche ansiedeln, namentlich Birken, Aspen und Sahlweiden, entfernt man nur so weit, als sie die lichtlieben-

den Holzarten verdämmen und die Gipfeltriebe der Fichte und der anderen Nadelhölzer beschädigen (abpeitschen). In erster Linie ist die Birke eine willkommene Begleiterin des Nachwuchses, wenn sie vereinzelt und schönwüchsig vorkommt — auch in der oben betrachteten Buchenzwischenbestockung —, weil diese raschwüchsige Holzart die Durchforstungsnutzungen wesentlich erhöht und in anderer Weise nicht erzogen werden kann. Birke und Aspe sind deshalb nur vereinzelt zu stellen, aber keineswegs rücksichtslos zu entfernen. Selbstverständlich dürfen Birken und raschwüchsige, aber frühzeitig abständige Aspen nicht an denjenigen Orten belassen werden, wo sie Nutzhölzer, die für die Haubarkeitszeit erzogen werden sollen, verdrängen würden. In der Regel wird man die Birken und Aspen tief abhauen. Jedoch hat man auch die Birke mit Erfolg (bei Absatz von Besenreisig) stark ausgeschneidelt. Man hat ferner die Vorwüchse auf Kniehöhe — sowohl Laub- und Nadelhölzer — abgehauen und rühmt den Erfolg.

c. Wenn die Vorwüchse nicht aus Stockausschlägen, sondern aus älteren Kernpflanzen bestehen, die sich im Vorbereitungsschlag ꝛc. angesamt und strauchartigen Wuchs angenommen haben (Wölfe, Storren ꝛc.), so hat man, zumal in Hochlagen, bei steilen Wänden ꝛc., sorgfältig zu untersuchen, ob diese Vorwüchse zur Bestandsbildung tauglich sind oder nicht.

In der Regel sind ältere, über 5—6jährige Kiefern schon bei der Schlagstellung zu entfernen. Man erkennt den Grad der Verdämmung an dem mangelnden Höhenwuchse, den dünnen, sehr kurzen Trieben, kleinen Spitzknospen, der weißen, unbenadelten Rinde, den kurzen, marklosen Nadeln, den dichten schwachen Jahresringen, dem festen Holze mit braunem Kerne. Kommen Kiefernvorwüchse noch später vor und sind sie buschförmig und krüppelhaft, so darf der Aushieb nicht verzögert werden. Vorwüchsige Weißtannen sind dagegen für die Bestandsbildung in der Regel tauglich, wenn dieselben von unten herauf noch vollkommen beastet sind, die Krone eine pyramidale Form und verhältnismäßige Höhentriebe besitzt. Sind dagegen die unteren Aeste bereits abgestorben, die oberen flach und schirmförmig ausgebreitet, schwach benadelt, ohne Gipfeltrieb, so sind die Pflanzen veraltet und erholen sich auch im freien Stande selten. Vorgewachsene Fichten

sind nur dann beizubehalten, wenn sie noch alle Merkmale eines gedeihlichen Wuchses zeigen. Bei Buchenvorwüchsen braucht man, wenn dieselben nicht zu alt geworden und verbuttet sind, nicht zum radikalen Aushieb zu schreiten — am wenigsten bei der Bildung einer lediglich bodenschirmenden Bestockung. Zu dicht dürfen allerdings derartige Vorwuchshorste nicht stehen bleiben; man durchhaut sie und läßt die kräftigsten Gerten mit einer Entfernung von etwa 1 m stehen. Verkrüppelter Eichenvorwuchs ist dagegen zur Baumholzzucht in der Regel nicht geeignet.

Wenn Buchengertenhölzer, die sich noch nicht tragen, stark mit Vorwuchs durchsetzt sind, so hat man den letzteren während der Saftzeit am unteren Ende teilweise entrindet. Die Lohden kümmern und sterben langsam ab.

d. Hasel, Schwarz-, Weiß- und Kreuzdörner, Hartriegel, Schneeball, Steinweide, Stechpalme, Hollunder 2c. werden mit hohem Stock im Juli und August, überhaupt zur Saftzeit, mehrmals abgehauen. Auch die Besenpfrieme wird in $^{1}/_{2}$—1 m Höhe abgehauen, damit der Stengel dürr wird. Farnkräuter werden wiederholt mit einem Stock geköpft. Brombeeren werden niedergetreten und abgezogen, aber nicht abgeschnitten oder ausgerissen.

2) Wenn durch natürliche Besamung oder Vollsaat ein zu dichter Pflanzenstand erzeugt worden ist, so wird der Wuchs benachteiligt. Diese Erscheinung zeigt sich am öftesten in dichten Fichtenjungwüchsen — zumal auf armen, trockenen Standorten. Das billigste Mittel wird hier der im siebenten Abschnitt erörterte Kronenfreihieb sein, welcher die wüchsigsten Fichten in Entfernungen von etwa 6 Schritten aufsucht und von der bedrängenden Umgebung befreit. Man kann auch zuweilen genügende Hilfe herbeiführen, indem man die Gipfel der Nachbarn rings um die kräftigsten Stämme abstutzen läßt, die Nachbarn werden im Wuchs verkümmern, während der Boden bedeckt bleibt. (Der Verfasser hat [im Rotlagergebirge] derartigen Fichtenbeständen aufgeholfen, indem er alle 20 Schritte 1 m breite Schneisen hauen, das Durchforstungsmaterial von beiden Seiten in diese Schneisen werfen ließ und losweise verwertete.)

II.

Durchforstungen.

In dem Unterdrückungskampfe, welchen die geschlossenen Holzbestände von der frühen Jugend bis zum höheren Alter führen, ist der Höhenwuchs ausschlaggebend. In den dicht geschlossenen Beständen, wie sie durch natürliche Verjüngung, Saat und enge Pflanzung entstehen, ist die seitliche Ausdehnung der Kronen gehemmt; die kräftigen Pflanzen können ihre schwächeren Nachbarn nur besiegen, indem sie mit dem Gipfeltrieb die obere Beastung empor schieben und die Nachbarn des Sonnenlichtes berauben. Die Verminderung der ursprünglichen Stammzahl erfolgt im Laufe des Bestandslebens fast, wie Karl Heyer sagt, in einer fallenden geometrischen Reihe; sie schreitet am rascheſten vor in der Periode des vorherrschenden Bestandshöhenwuchses und sinkt mit diesem wieder. Die Forstwirte hatten zu untersuchen, ob die kräftigeren Gerten, Stangen und Stämme in diesem Daseinskampfe mit Vorteil unterstützt werden können, indem man den Kronenraum, den sich dieselben mühsam erkämpfen, von Zeit zu Zeit künstlich öffnet.

Die Forstwirte haben, wie ich schon oben bemerkt habe, diese Oeffnung des Kronenraums grundsätzlich vermieden und sich auf „die Bestattung der Toten“ beschränkt. Die Frage, ob die Durchforstung lediglich auf der Entnahme des abgestorbenen und unterdrückten Holzes auszudehnen ist und deshalb erst nach der sog. „Reinigung“ der Bestände zu beginnen hat, oder ob schon in der Jugendzeit, wenn die Spannung der Kronen eintritt, die letzteren so weit entfernt werden dürfen, daß sie sich nur berühren und nicht ineinander greifen — diese Frage ist seit Anfang dieses Jahrhunderts eifrig erörtert, aber bis heute noch nicht gelöst worden.

Die forstliche Praxis hat bei Ausführung der Durchforstungen besondere Fürsorge der Erhaltung des Kronenschlusses gewidmet. Zwar war man neuester Zeit bemüht, eine gewisse Abstufung in den Auslichtungsgraden bei der Durchforstung, von der sog. schwachen Durchforstung bis herauf zu der starken Durchforstung, d. h. einer unbeträchtlichen Unterbrechung des Kronenschlusses, zu fixieren und hiernach den Durchforstungsbetrieb zu regeln. Man wollte

für den letzteren gewisse Richtpunkte feststellen, indem man die Stämme nach dem Wuchsgrad, nach der Beschaffenheit der Krone charakterisierte und hierauf die Stammklassen bestimmte, welche die schwache, die mäßige und die starke Durchforstung entfernen darf. Man findet eine derartige Klassifikation der Stammklassen schon 1849 in Cottas Waldbau. Es werden unterschieden: herrschende (dominierende, prädominierende) Stämme, beherrschte (überschirmte) Stämme, unterdrückte Stämme (ohne Längenwuchs, selbst mit abgestorbenem Gipfel), und abgestorbene, trockene Stämme. König, der Verein der forstlichen Versuchsanstalten und neuerdings Kraft haben eine ähnliche Klassifikation versucht. Diese Unterscheidung wird indessen bei der unendlichen Mannigfaltigkeit der Kronenbildung und Stammstellung und bei dem Umstand, daß die meisten Stämme keineswegs völlig ausgebildete, genau zu erkennende und zu unterscheidende Wuchs- und Kronenformen, vielmehr beständig Uebergangsformen darbieten, schwerlich Merkmale liefern können, welche für den praktischen Durchforstungsbetrieb benutzbar sind. Für die Regelung des Vorgriffs auf die sog. beherrschten Stämme, der hierbei in Frage kommen würde, mangeln alle berechtigten Direktiven. Wenn die beherrschten Stämme ähnliche Produktionsleistungen haben, wie die vorherrschenden Stämme oder wenn die ersteren zur Abwendung der Beschädigungen durch Schnee, Duftanhang 2c. nicht zu entbehren sind, so hat sich die Durchforstung auf die Entnahme der unterdrückten und abgestorbenen Stämme zu beschränken (und in Schneebruchlagen wird man sogar mit der Hinwegräumung der unterdrückten Stämme vorsichtig sein müssen).

Wenn aber bewiesen wird, daß nur die vorherrschenden Stämme hinsichtlich ihrer Zuwachsleistungen in Betracht kommen (und bis jetzt ist es wahrscheinlich, daß dieser Beweis geführt werden kann), so haben selbstverständlich die „beherrschten" Stämme, wenn sie die naturgemäße Kronenausbreitung der „vorherrschenden" Stämme beengen, lediglich dann Berechtigung zum ferneren Dasein, wenn sie als Reserve für etwaige Unfälle, welche die dominierenden Stämme erleiden können (z. B. Gipfelbruch) oder zur Beschattung des Bodens nicht entbehrt werden können.

Für die Regelung des Durchforstungsbetriebs waren zuvör-

derst sehr nahe liegende Fragen durch vergleichende Untersuchungen zu lösen. Wie verhalten sich die vorherrschenden Stämme und die beherrschten Stämme (mit eingeengten Kronen) nach ihren Wachstumsleistungen? Wird man eine beträchtlich höhere Produktion herbeiführen, indem man den Kronenschluß sorgsam erhält und zu diesem Zweck auch die beherrschten Stämme fortwachsen läßt oder leisten die prädominierenden Stämme auch im Kronenschluß (trotz der seitlichen Einengung durch die beherrschten Stämme) fast den gesamten Holzwuchs vom Stangenholzalter an, wie wir oben (S. 201) gefunden haben? Wenn die Untersuchungen bestätigt haben würden, daß die Produktion der beherrschten Stämme (im diffusen Licht) nahezu Null ist, so war die weitere Frage durch komparative Untersuchungen zu beantworten: Ist überhaupt die Erhaltung des Kronenschlusses notwendig oder darf man den vorherrschenden Stämmen für 5 oder 10 Jahre freien Wachsraum öffnen? Und wie läßt sich diese Erweiterung des Wachsraumes mit den örtlich gebotenen Mitteln und vor allem gefahrlos bewerkstelligen? Wie kann man bewirken, daß die Gefahr des Schneedrucks, Duftanhangs, teilweise auch des Windwurfs nicht steigt und der Boden beschattet, kühl und feucht bleibt?

Was ist bisher zur Lösung dieser Fragen geschehen? Wie verhalten sich die prädominierenden, beherrschten und unterdrückten Stämme in ihren Wachstumsleistungen, wenn der Kronenschluß sorgsam erhalten wird? Und wie gestaltet sich die Produktion der vorgewachsenen Stämme, wenn den Kronen derselben freier Wachsraum für die nächsten 5 oder 10 oder 20 Jahre geöffnet wird? Hat sich der Schnee im letzteren Falle aufgelagert und größere Beschädigungen bewirkt oder ist er durchgefallen? Ist der Boden in den jugendlichen Beständen, die man gelichtet und künstlich unterbaut hat (z. B. Eichenstangenhölzer), in starkem Maße ausgetrocknet?

1) Die vergleichenden Untersuchungen über die Wirkungen verschiedener Auslichtungsgrade.

Im sechsten Abschnitt (S. 178—215), habe ich auf Grund zahlreicher Untersuchungen den Beweis zu führen gesucht, daß bei sonst gleichen Verhältnissen die Ueberfüllung der Holzbestände mit Stämmen stets einen sehr beträchtlichen Rückgang der Holzmassen-

produktion bewirkt und durch die Erhaltung des dichten Kronenschlusses die intensive Nutzholzwirtschaft in möglichst kurzer Zeit niemals verwirklicht werden kann. Ich habe mit besonderem Nachdruck auf das in höchstem Maße bemerkenswerte Verhalten der prädominierenden Stämme, welches aus den Ertragsuntersuchungen von Theodor und Robert Hartig hervorgeht, hingewiesen. Wenn wuchskräftige, vollbelaubte Stämme auch mit kleiner Zahl die Fläche bestocken, so haben sie immerhin einen so beträchtlichen Zuwachs, daß die geschlossenen Bestände weit im Hintergrund bleiben — sowohl in den Jugendperioden als im späteren Alter.

Die mitgeteilten Untersuchungen beziehen sich zumeist auf weitständige Pflanzungen. Es ist selbstverständlich, daß man eine viel größere Massenproduktion erreichen wird, wenn man enger pflanzt und die Bestände lichtet, sobald dieselben in den Kronenschluß treten. Wenn auch die Erfolge des Seebachschen Lichtungsbetriebs, die Homburgschen Messungen und die Untersuchungen des Verfassers eine geradezu staunenswerte Mehrproduktion für die ausreichend und anderseits nicht zu stark gelichteten Bestände im Vergleich mit den dicht geschlossenen Beständen konstatiert haben, so liegt doch auf der Hand, daß noch viel günstigere Ergebnisse erzielt worden wären, wenn man vergleichungsfähige Probeflächen in 20—30jährigen geschlossenen Buchen-, Fichten-, Tannen-, Kiefernbeständen angelegt und auf den Lichtwuchsflächen den kräftigsten Stangen und Stämmen freien Wachsraum für 5 oder 10 Jahre fortgesetzt gegeben haben würde. Exakte, komparative Untersuchungen in der eben geforderten Art und Weise sind leider nur sehr selten vorgenommen worden. Aber man hat überall, wo sich eine Gelegenheit zum Vergleich dargeboten hat, konstatiert, daß stark und eingreifend durchforstete Bestände eine viel größere Holzmasse in der nächsten Zeit produzieren, als dicht geschlossene Bestände unter gleichen Verhältnissen. Auf dem Gute Horkla im Czeslauer Kreise in Böhmen hatten sogar stark durchlichtete Fichtenbestände nach 18 Jahren 7468 Kubikfuß Holzmasse per Joch, die undurchforsteten Bestände nur 1716 Kubikfuß per Joch. Ueberall wurde gefunden, daß in den lichter gestellten Beständen die Stämme höher und dicker werden, wie in den nicht oder schwach durchforsteten Beständen.

Komparative Untersuchungen über die Einwirkung verschiedener Auslichtungsgrade hat man in Sachsen vorgenommen und die Ergebnisse veröffentlicht. Aber man ist leider hierbei auf halbem Wege stehen geblieben. Man hat eine zu große Stammzahl und eine zu große Stammgrundfläche belassen. Die Stämme konnten höchsten Falls wenige Jahre vollen Lichtwuchs genießen. Trotzdem sind diese Resultate sehr lehrreich.

Die Ergebnisse dieser sächsischen Durchforstungsversuche in Buchenbeständen habe ich schon im sechsten Abschnitt (S. 189) mitgeteilt. Es fand sich die folgende Massenproduktion: in den stark durchforsteten Beständen in 21 Jahren per Jahr und Hektar 6,86 Festmeter,
auf der mäßig durchforsteten Fläche in 21 Jahren
per Jahr und Hektar . . . . 5,54 „
auf der nicht durchforsteten Fläche in 15 Jahren
per Jahr und Hektar . . . . 5,87 „

Aber diese Erhöhung der Mehrproduktion entspricht keineswegs den staunenswerten Leistungen des Lichtungsbetriebs, die ich im sechsten Abschnitt dargestellt habe. Ich habe indessen im genannten Abschnitt schon darauf hingewiesen, daß die Ursache nahe liegt. Die stark durchforstete Fläche ist nicht in vollen Lichtungszuwachs getreten und in demselben erhalten worden. Es ist vielmehr eine Stammgrundfläche von 21 bis 29 qm per Hektar beibehalten worden, während Lichtungszuwachs nur erfolgen kann, wenn man nach der Durchforstung 12 bis 15 qm per Hektar in 40—50jährigen Buchenbeständen bei gleichen Wachstumsverhältnissen beläßt.

Bei der hervorragenden Wichtigkeit, welche das Verhalten der Stammklassen für die zukünftige Regelung des Durchforstungsbetriebs hat, muß ich indessen die Ergebnisse der Untersuchung auf der sächsischen Buchenprobefläche nach diesem Verhalten der Stammklassen näher beleuchten. Was haben von den 3000—4000 Stämmen, die man belassen hat, 1000 Stämme der ersten Wuchsklasse geleistet und was die übrigen 2000—3000 Stämme? Wenn auch der Zuwachsgang der dominierenden Stämme und Stammklassen nicht genau verfolgt worden ist und selbstverständlich die Stämme im Freistand einen viel höheren Zuwachs haben, als bei einer Stammgrundfläche von 21—29 qm.

per Hektar, so wollen wir einmal den Versuch machen, lediglich mit dem geringen Wuchs der Buchen des sächsischen Materials zu arbeiten, indem wir nur die Formzahlen der bayrischen Massentafeln zu Hilfe rufen. Wir wollen den Lichtungsbetrieb mit etwa 1000 Stämmen per Hektar konstruieren und die Erträge vergleichen.

Für die freiwüchsige Erziehung der Rotbuche ist, wie wir im sechsten Abschnitt gesehen haben, eine Stammgrundfläche von 22 qm per Hektar vor der jedesmaligen Lichtung zulässig. Ich will jedoch nur die Abstandszahl 20 (wie bei meinen früheren Untersuchungen) mit einer Grundfläche von 19,63 qm zu Grunde legen.

Wenn man den höchsten Ertrag durch den Lichtwuchsbetrieb erreichen will, so muß man selbstverständlich den Hieb etwa alle 5 Jahre wiederholen, wie es auch auf der Probefläche die scharfe Durchforstung gethan hat. Da jedoch eine 5jährige Wiederholung praktisch nicht immer durchführbar ist, so will ich annehmen, daß freier Wachsraum für eine 10jährige Wachstumsperiode geöffnet wird.

Der Lichtwuchsbetrieb braucht für 19,63 qm Grundfläche (vor dem Hieb) 794 Stämme im 70jährigen Alter und diese finden sich in den beiden ersten Wuchsklassen (4. und 5. Klasse) mit 700 Stämmen. Wir wollen deshalb annehmen, daß die freiwüchsigen Stämme den mittleren Wachstumsgang dieser beiden Klassen eingehalten haben. Wir wollen ferner, um allen Zweifeln zu begegnen, unterstellen, daß die Lichtwuchsstämme aus der fünften (höchsten) Wuchsklasse des 49jährigen Bestands hervorgegangen sind. Bei diesen für den Lichtwuchsbetrieb durchweg ungünstigen Voraussetzungen ergibt die Berechnung:

a. Freiwüchsige Erziehung.

Im 49. Jahr sind vor der Durchforstung vorhanden	198,1 Festmeter.
Es bleiben stehen 1062 Stämme mit einem Massengehalt von	106,4 „
Folglich Nutzung	91,8 Festmeter.
Im 60. Jahr werden von obigen 1062 Stämmen 268 Stück genutzt mit einem Massenertrage von	38,9 Festmeter.

Im 70. Jahr sind vorhanden 794 Stämme mit einem Massenertrage von	163,3 Festmeter.
Zusammen	293,9 Festmeter.
Im 49. Jahr sind verblieben	106,4 „
Folglich Zuwachs seit dem 49. Jahr und Nutzung im 49. Jahre	187,5 Festmeter.

b. Starke Durchforstung.

Vor der Durchforstung im 49. Jahre . .	198,1 Festmeter.
Es sind durch die Durchforstungen, Windwurf 2c. angefallen	90,9 „
Im 70. Jahre waren vorhanden . . .	251,2 „
Zusammen	342,1 „
Hiervon ab der Vorrat im 49. Jahr . .	198,1 „
Folglich Zuwachs seit dem 49. Jahr und Nutzung im 49. Jahre	144,0 Festmeter,

und somit 43,5 Festmeter weniger, wie bei der freiwüchsigen Erziehung.

Wenn man hierauf die stark durchforstete Probefläche etwas genauer betrachtet und untersucht, welche Stammklassen den Zuwachs vom 49jährigen bis zum 70jährigen Alter geliefert haben, so ergibt sich ein überraschendes Resultat. Der Buchenbestand hat im 70jährigen Alter 1749 dominierende Stämme. Da der 49jährige Bestand in den drei obersten Stammklassen 1868 Stämme hat, so ist sicherlich die Annahme gestattet*), daß die genannten 1749 Stämme aus diesen drei Klassen zumeist hervorgegangen sind, denn aus den zwei obersten Stammklassen konnten sie nicht hervorgehen, weil diese nur 1244 Stämme hatten. (Thatsächlich werden sogar einzelne dominierende Stämme aus den unteren zwei Klassen hervorgegangen sein.) Bei dieser Annahme findet man nun folgendes:

Vorrat der 1749 Haubarkeitsstämme im 49. Jahre	105,5 Festmeter.
Vorrat im 70. Jahr	251,2 „
Folglich Zuwachs	145,7 Festmeter.

*) Leider hat Kunze den Zuwachsgang der einzelnen Stammklassen nicht verfolgt.

Gesamtvorrat im 49. Jahr vor der Durchforstung	198,1 Festmeter.
Hiervon ab Vorrat der Haubarkeitsstämme	105,5 „
Folglich hatten die Zwischennutzungsstämme Vorrat	92,6 Festmeter.
Ertrag der Durchforstungen, Windwurf 2c.	90,9 „

Es haben sonach 1365 Stämme, die im 49. Jahre neben den später dominirenden Stämmen standen, nicht nur keinen Zuwachs geliefert, sie sind scheinbar eingetrocknet, d. h. es werden Irrtümer unterlaufen oder die Erträge der Zwischennutzungen (Leseholz 2c.) nicht vollständig verbucht worden sein*). Die Berechnung des 49jährigen Vorrats der Haubarkeitsstämme nach dem Durchschnitt der 4. und 5. Klasse ergibt selbstverständlich einen zu geringen Vorrat für die Zwischennutzungsstämme. Trotzdem beträgt der Zuwachs der Haubarkeitsstämme 122,6 Festm., der Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats . . . 21,4 „

Für die mäßig durchforstete Buchenfläche berechnet sich bei gleicher Annahme (Durchschnitt der beiden höchsten Stammklassen für den Massenvorrat der 2095 Haubarkeitsstämme im 49jährigen Alter) folgendes:

Vorrat der 70jährigen Haubarkeitsstämme im 49. Jahr	137,20 Festmeter.
Vorrat im 70. Jahr	250,80 „
Folglich Zuwachs	113,60 „
Vorrat der Zwischennutzungsstämme im 40jährigen Alter (190,99—137,20) . . .	53,79 „
Ergebnis der Nutzung	56,44 „
Zuwachs	2,63 Festmeter.

Inzwischen hat Kunze die Ergebnisse der Durchforstungsversuche in einem Kiefernbestand (auf Quadersandstein in der sächsischen Schweiz, Revier Kunersdorf) veröffentlicht**). Aber

*) Es begegnet uns auch hier die Erscheinung, die ich S. 205 (Note) erwähnt habe und im letzten Abschnitt wiederholt (bei R. Hartigs und Wimmenauers Untersuchungen) konstatieren werde.

**) Kunze hatte das Erscheinen von Polytrichum commune auf der stark durchforsteten Buchenfläche als ein Zeichen von Bodenverschlechterung aufgefaßt

auch hier begegnen wir leider wieder derselben Erscheinung — auf der scharf durchforsteten Fläche ist eine viel zu große Stammzahl und Stammgrundfläche belassen worden. Zwar ist der günstige Einfluß einer frühzeitig eingelegten kräftigen Durchforstung nicht zu verkennen.

Der 19jährige Kiefernsaatbestand hatte 1862 eine Holzmasse von 96 Festmeter per Hektar gleichmäßig auf allen Probeflächen.

a. Auf der scharf durchforsteten Probefläche sind in 21 Jahren mittels Durchforstung genutzt worden . . . . 83 Festmeter.
Durch Windbruch ꝛc. sind angefallen . . 40 "
Vorhanden waren 1883 . . . . 271 "

Zusammen . . 394 Festmeter.
Hiervon ab Vorrat im Jahre 1862 . . . 96 "

Bleiben . . . 298 Festmeter
oder per Jahr 14,2 Festmeter.

b. Auf der mäßig durchforsteten Fläche sind in 21 Jahren mittels Durchforstung angefallen . . . . . 53 Festmeter.
Windbruch ꝛc. . . . . 30 "
Vorhanden waren 1883 . . . . 254 "

Zusammen . . 337 Festmeter.
Hiervon ab Vorrat 1862 . . . . 96 "

Bleiben . . . 241 Festmeter.
Folglich Jahreszuwachs . . . . 11,5 "

c. Auf der nicht durchforsteten Fläche ist durch Windwurf ꝛc. angefallen . . . . 72 "
Vorhanden waren 1883 . . . . 243 "

Zusammen . . 315 Festmeter.
Hiervon ab Vorrat im Jahre 1862 . . . 96 "

Bleiben . . . 219 "
Folglich Jahreszuwachs . . . . 10,4 "

---

und ich habe oben (S. 190) bemerkt, daß diese Erscheinung von mir in viel stärker durchforsteten Buchenbeständen nicht wahrgenommen worden ist. Kunze ist inzwischen, wie er neuerdings bekennt, zweifelhaft geworden, ob sein früherer Schluß gerechtfertigt war. Er vermutet, daß dieses Moos erschienen sei, weil eine größere Menge Regenwasser an den Boden gelangte.

Es sind jedoch, wie gesagt, viel zu große Stammgrundflächen belassen worden und deshalb wird der volle Lichtungszuwachs nicht eingetreten sein.

Es sind belassen worden:

im 26jährigen Alter	3751 Stämme	mit	20,4 qm,
„ 31 „	„ 2571 „	„	24,8 „
„ 36 „	„ 2434 „	„	29,6 „

Nach den Untersuchungen des Verfassers in Kiefernbeständen, die (nach dem Höhenwuchs der geschlossenen Bestände zu beurteilen) ähnlichen Boden haben, wie die Kunzeschen Probeflächen, dürften dagegen nur 13—17 qm verbleiben.

Betrachten wir uns auch hier wieder die Ergebnisse dieser Versuchsflächen etwas genauer und benutzen wir diesmal außer den auf der Probefläche gefundenen Zuwachsangaben, nur die Kunzeschen Formzahlen für Kiefern — also durchweg sächsisches Material —, so treten die Wachstumsgesetze, die ich im sechsten Abschnitt und eben bei der Buche erörtert habe, auch bei der sächsischen Kiefer in den Vordergrund. Wir haben oben gesehen, daß beim Lichtwuchsbetrieb in Kiefernbeständen eine Stammgrundfläche von 30,6 qm vor der Lichtung zulässig ist (d. h. daß die Lichtung erfolgen muß, wenn die Bestände diese Stammgrundfläche erreicht haben). Unter dieser Voraussetzung waren im Lichtwuchsbetrieb 1373 Stämme 4. und 5. Klasse im 40jährigen Alter erforderlich. Allerdings finden sich im 40jährigen Bestand nur 795 Stämme in diesen beiden Wuchsklassen vor. Man hat leider in Sachsen einen dichten Saatbestand und keinen Pflanzbestand zur Versuchsfläche gewählt und mußte deshalb auf der scharf durchforsteten Fläche im 19jährigen Alter 8167 Kiefern stehen lassen, die hierauf viel zahlreicher, wie in einem Pflanzbestand, ausgeschieden sind (was unsere Untersuchung erschwert). Aber es ist nicht zu bezweifeln, daß die übrigen 578 Stämme, wenn man dieselben aus den stärksten Stämmen im 26jährigen Alter (wo die Messung begonnen hat) ausgewählt und freigestellt haben würde, mindestens denselben Zuwachs, wie die Stämme vierter und fünfter Klasse, geliefert hätten. Nach dem Mittel dieser beiden Klassen beträgt nämlich die Durchmesserzunahme 0,46 cm per Jahr und die Höhenzunahme 0,32 m per Jahr, während freiwüchsige Kiefern auf einem ähnlichen Standort im

Mittel viel größeren Höhen- und Stärkenzuwachs haben (wie der Verfasser nachgewiesen hat).

Wir wollen weiter, um allen Einwendungen zu begegnen, annehmen, daß die freigestellten Stämme im 26jährigen Alter sämtlich der obersten (fünften) Stammklasse angehörten.

Die Berechnung ergibt für diese, dem Lichtwuchsbetrieb ungünstige Voraussetzungen folgendes:

1697 Stämme hatten im 26jährigen Alter als Stämme 5. Klasse Vorrat	114,4	Festmeter.
Der gesamte Bestand hatte vor der Durchforstung	169,5	„
Folglich konnten beim Lichtwuchsbetrieb genutzt werden	55,1	Festmeter.
Aushieb von 324 Stämmen im 36jährigen Alter	45,4	„
Vorrat von 1373 Stämmen im 40jährigen Alter	253,1	„
Zusammen . .	298,5	Festmeter.
Hiervon ab Vorrat von 14 Jahren . .	114,4	„
Folglich Zuwachs in 14 Jahren . . .	184,1	Festmeter.
Hierzu Nutzung vor 14 Jahren . . .	55,1	„
Zusammen . .	239,2	Festmeter.

Dagegen ergibt sich für die stark durchforstete Fläche vom 26—40jährigen Alter folgendes:

Im 26jährigen Alter waren vorhanden .	169,5	Festmeter.
Genutzt wurden mittels Durchforstung, Windwurf ꝛc. . . . . 73,6 Festmeter. Vorhanden waren im 40jährigen Alter . . . 271,3 „	344,9	„

Folglich Zuwachs vom 26—40jährigen Alter und Nutzung vor 14 Jahren 175,4 Festmeter per Hektar, somit produziert die sächsische „stark“ durchforstete Fläche höchsten Falls nur 73% von demjenigen Zuwachs, den man durch den Lichtwuchs erreichen kann.

Diese auffallende Erscheinung erklärt sich auch hier wieder in

sehr einfacher Weise. In Sachsen hatten nicht nur die Buchen, sondern auch die Kiefern, die den Durchforstungen anheim gefallen sind, aber bis dahin die Kronenausdehnung der prädominierenden Stämme gehemmt haben, einen sehr geringen Zuwachs. Man wird wiederum die Ertragsleistungen der Haubarkeitsstämme sicherlich zu gering berechnen, indem man annimmt, daß die 1988 Stämme, die im 40jährigen Kiefernbestand vorhanden waren, im 26jährigen Alter den beiden stärksten Stammklassen angehört haben, denn sie werden in der That auch aus den geringeren Stärkeklassen (namentlich der dritten) hervorgegangen sein. Nach den Kunzeschen Angaben hatten bei dieser Voraussetzung die 1988 im 40jährigen Alter vorhandenen Stämme im

26jährigen Alter Vorrat	107,0	Festmeter
Dagegen Vorrat im 40jährigen Alter . .	271,3	„
Folglich Zuwachs	164,3	Festmeter.

Dagegen hatten die in dieser stark durchforsteten Probefläche verbliebenen und später den Zwischennutzungen, Windwurf anheim gefallenen Stämme (1763 Stück)

im 26. Jahre Vorrat	62,5	Festmeter,
genutzt wurden	73,6	„
folglich Zuwachs	11,1	Festmeter.

= 6,3 % des Gesamtzuwachses — genau, wie bei Th. Hartig und R. Hartig (cf. S. 201—205). Auch in Sachsen fallen lediglich die Zuwachsleistungen der vorwachsenden Stämme in die Wagschale — einerlei, ob man schwach oder stark durchforstet*). Ich war somit, wie man auf Grund eines ganz anderen, mir bisher unbekannten Materials erkennen wird, nicht im Irrtum mit der Behauptung, daß der Forstwirt lediglich die Stämme, die den Haubarkeitsbestand dermaleinst bilden sollen, zu beachten und zu pflegen hat. Die Untersuchung, wie weit die Durchforstungen in die „teilweise unterständigen“, „zwischenständigen“, „gering mit-

*) Auf der „mäßig“ durchforsteten Kiefernfläche haben geliefert:
2253 im 40. Jahre vorhandene Bestände vom 26.—40. Jahre 155,01 Festmeter,
2375 vom 26.—40. Jahre der Durchforstung, dem Windwurf ꝛc. zugefallenen Stämme 1,74 Festmeter.

herrschenden" Stammklassen einzugreifen haben, wird höchstwahrscheinlich entbehrlich werden. Vielmehr wird die Durchforstungsregel zu lauten haben: alle Stämme mit eingeklemmten, schwach entwickelten Kronen, welche die Kronenausbreitung der dominierenden Stämme hemmen, sind zu entfernen, sobald sie für den Schutz des Bodens und als Reserve wegen zu fürchtender Unfälle (namentlich in Schneebruch- und Windwurflagen) nicht mehr erforderlich erscheinen.

2) Die Ansichten der Waldbaulehrer und die Erfahrungen der Praxis.

Der Aushieb des unterdrückten, übergipfelten und abständigen Holzes ist schon in früheren Jahrhunderten, wie wir im dritten Abschnitt gesehen haben, von vielen Forstordnungen vorgeschrieben und von den meisten Forstschriftstellern erwähnt worden *). Aber dieser Aushieb des unterdrückten, abgestorbenen und absterbenden Gehölzes war so wenig Gebrauch der forstlichen Praxis geworden, daß Georg Ludwig Hartig noch 1830 weitläufig beschreibt, wie er vor vierzig Jahren durch die Bestockungszustände in den Solms-Hungischen Buchenforsten zur Durchpläenterung der 30—40jährigen Bestände veranlaßt wurde. Er glaubt, daß er die Durchpläenterung im Jahre 1791 erstmals dem Forstpublikum bekannt gemacht habe. Jedoch kann man nur sagen, daß G. L. Hartig die Durchforstung zur ständigen Waldbauregel erhoben hat, obgleich Berlepsch, Stumpf, Zanthier, Oettelt, Trunk, Witzleben u. a. die Durchforstung vor oder gleichzeitig mit Hartig öffentlich besprochen haben.

Georg Ludwig Hartig war, wie ich schon erwähnt habe, von der günstigen Wirkung der Durchforstungen auf die Zuwachserhöhung des verbleibenden Bestandes vollkommen überzeugt. Mit aller Entschiedenheit bekämpft Hartig wiederholt, namentlich in den späteren Schriften, den zu dichten Stand der Holzpflanzen in der Jugendzeit. Die Durchforstungsregeln dieses Altmeisters der Forstlehre werden jedoch beherrscht von der Befürchtung, daß die zu stark durchforsteten Bestände durch Platzregen, Schnee- und Duft-

*) Zuerst wird, soweit bis jetzt bekannt, das Aushauen der überflüssigen Stangen 1514 oder 1540 in der württembergischen Forstordnung vorgeschrieben.

anhang*) beschädigt werden würden und diese Befürchtung ist erklärlich, wenn man bedenkt, daß zur damaligen Zeit keine Erfahrungen über die Wirkung starker Durchforstungen vorlagen. Hartig erteilte die Generalregel: „lieber etwas zu viel, als zu wenig Holz stehen zu lassen, und nie einen dominierenden Stamm wegzunehmen, also auch niemals den oberen Schluß des Waldes zu unterbrechen.“

In der zweiten Auflage des Lehrbuchs für Förster schreibt Hartig für Buchenbestände im milden Klima, wo wenig oder nichts von Schnee und Duft zu fürchten ist, die Vornahme der ersten Durchforstung im 40. Jahr vor, wenn die stärksten Stangen 5—7 Zoll (13—18 cm) im untersten Durchmesser haben. Wenn dagegen das Klima rauh und vom Schnee und Duft Schaden zu fürchten ist, so soll das Aushauen des unterdrückten Gehölzes bis zum 60jährigen Alter der Bestände oder so lange verschoben werden, bis die stärksten Raidel 8—10 Zoll

---

*) Vonhausen erklärt die Entstehung des Duftes wie folgt: Sinkt die Temperatur der Atmosphäre unter Null, so schlagen sich die Wasserdämpfe der Luft unmittelbar, ohne vorher in eine Flüssigkeit überzugehen, in der Form von kleinen Eiskrystallen auf die Körper nieder und bilden dann den sog. Reif, eine Erscheinung, welche sich nach jeder Frostnacht wahrnehmen läßt. Befindet sich im Winter die Temperatur nur einige Grade unter dem Gefrierpunkte, so verschwinden während des Tages bei hellem Himmel die Kryställchen unter direkter Einwirkung der Sonne, bilden sich aber während der Nacht mit sinkender Temperatur stets wieder von neuem. Tritt nun während einer Frostperiode ein Aequatorialstrom ein, so scheiden sich, mag dieser über oder neben dem Polarstrom fließen, an der Berührungsgrenze Wasserdämpfe in der Form von Nebeln aus, welche, in großer Menge in der Luft schwimmend, den Duft bilden. Diese Nebelbläschen erleiden eine Ueberschmelzung, d. h. sie kühlen sich unter Null ab, ohne daß jedoch ihre Wasserfülle zu Eis gefriert. Werden sie in diesem Zustand vom Winde an die kleinen Eiskrystalle, mit denen die Körper, namentlich die organischen, bedeckt sind, herangetrieben, so schlagen sie sich, mit ihnen in Berührung kommend, auf sie nieder und machen sie wachsen und zwar so, daß öfters Eisnadeln von einer Länge bis zu 3 cm entstehen. Diese bilden, in dichter Menge Aeste, Zweige, Gras u. s. w. bedeckend, den Rauhreif oder Duftanhang. Wird alsdann des Nachmittags oder in der Nacht der Aequatorialstrom von dem Polarstrom verdrängt, so hellt sich der Himmel auf, die Temperatur sinkt rasch, infolgedessen ziehen sich die Eiskryställchen zusammen und springen in Masse ab. Oeffnet sich der Himmel aber erst des Morgens, so steigt die Temperatur durch die Insolation, die Eisnadeln dehnen sich aus und springen ebenfalls in großer Menge ab. Beides also, Zusammenziehen und Ausdehnen der Krystalle, verursacht das Abfallen des Duftanhangs. Tritt der umgekehrte Fall ein, wird nämlich der Polarstrom von dem Aequatorialstrom verdrängt, so erfolgt Tauwetter und der Rauhreif schmilzt ab.

(21—26 cm) im untersten Durchmesser erlangt haben. Hartig will die Durchforstungen in Buchenbeständen alle 20 Jahre wiederholt wissen. Es sollen per Hektar stehen bleiben:

a. bei der Durchforstung im 40. Jahre:
auf gutem Boden 3715 Stangen,
auf schlechterem Boden 4765 Stangen.

b. bei der Durchforstung im 60. Jahre:

im milden Klima, wenn der Boden gut ist .	1240—1490	Raidel,
und wenn der Boden schlechter ist	1490—1990	„
im rauhen Klima, wenn der Boden gut ist .	1490—1985	„
und wenn der Boden schlechter ist	1985—2480	„

c. bei der Durchforstung im 80. Jahre:

wenn das Klima mild ist, auf gutem Boden .	743—992	Stämme,
auf schlechterem Boden	992—1240	„
wenn das Klima rauh ist, auf gutem Boden	992—1240	„
auf schlechterem Boden	1240—1490	„

d. bei der Plänterung im 100jährigen Alter (bei 120jähriger Umtriebszeit):

im milden Klima auf gutem Boden	496—620	Stämme,
auf schlechterem Boden	620—744	„
in rauherem Klima auf gutem Boden . . .	620—744	„
auf schlechterem Boden	744—993	„

Die Eichenbestände sollen in gleicher Weise durchforstet werden, wie die Buchenbestände. Fichten- und Weißtannenbestände sollen nicht früher durchforstet werden, bis im milden Klima die erste Klasse der dominierenden Stangen 5—6 Zoll (13—16 cm) und im rauhen Klima 6—8 Zoll (16—18 cm) über der Erde gemessen erreicht hat. Auch die Kiefernbestände sollen bei dieser Stammstärke erstmals durchforstet werden, die sie auf gutem Boden oft mit dem 25.—30. Jahre erreichen.

Ich habe wiederholt erwähnt, daß G. L. Hartig die Wuchsbeförderung des verbleibenden Bestands, nachdem die Durchforstung vollzogen worden ist, genau erkannt hat. Aber ich kann mir trotzdem nicht versagen, die charakteristischen Worte anzuführen, mit denen Hartig seine Beobachtungen zum Ausdruck bringt:

„Wegen der allzugroßen Anzahl der Stämme können auch selbst die dominierenden nicht beträchtlich mehr wachsen. — Ich habe davon sehr auffallende Beispiele in Waldungen gesehen, die im 100jährigen Alter auf einem Morgen noch 800—1000 Stämme enthielten, und niemals durchplä ntert worden waren. Hier konnte man an den unterdrückten Stangen eine große Anzahl der letzten Jahrringe kaum durch ein Vergrößerungsglas sehen, und auch an den ungefähr 300 dominierenden Stämmen waren die Ringe von den letzten 30 Jahren so schmal, daß der bisherige jährliche Zuwachs vom ganzen Bestand nicht halb so viel betrug, als in jedem folgenden Jahre an den 300 dominierenden Stämmen zuwuchs, nachdem ich diese wirklich sehr merkwürdigen Bestände hatte durchplä ntern lassen."

Die Durchforstungen in den 80—100jährigen Beständen sollen mit dem Waldstempel oder Waldhammer ausgezeichnet (d. h. die wegzunehmenden Stämme bezeichnet) werden.

Heinrich Cotta verwirft diese Durchforstungsregeln. Er sagt: „wir kommen durch sie immer mit unserer Hilfe zu spät und wollen Nachteile dann erst verhüten, wenn diese schon dagewesen sind.“ Die Cottaschen Durchforstungsregeln verlangen im wesentlichen eine Entnahme der geringen, im Wachstum zurückgebliebenen Pflanzen in der Jugendperiode, bis die Zweige sich noch berühren, aber nicht ineinander greifen — von der Zeit an, wo durch Hitze, Frost ꝛc. keine große Verminderung der Pflanzen mehr zu besorgen ist bis zu dem Zeitpunkt, mit welchem das Holz vom unteren Stocke die Stärke von 5—6 Zoll (nach späterem sächsischen Maß 12—14 cm) erreicht hat. Alsdann sollen die Durchforstungen so lange aufhören, bis die Stämme sich so hoch gereinigt haben, als es der Zweck ihrer Anwendung erfordert.

Die in dieser Weise erzogenen Stämme erwachsen, so sagt Cotta, von Jugend auf so kräftig und selbständig, daß ihnen die nachherigen Auslichtungen nicht schaden; noch lichtere Bestände haben sich erfahrungsgemäß später vollkommen geschlossen, hinlänglich von Aesten gereinigt und die schönsten Stämme geliefert. Auf die Frage: „woher die Kosten nehmen“, antwortet Cotta: „daher, woher wir die Kulturkosten bestreiten.“ „Wo es freilich an arbeitenden Händen fehlt, da sind unsere Vorschläge unausführbar.“ Bei den in vollem Schlusse erwachsenen Beständen darf man jedoch keinen Ort so sehr durchlichten, daß dadurch der Schluß gestört oder das gegenseitige Reiben der Zweige aufgehoben würde. Auch auf mageren, heißen und trockenen Standorten, in Schneebruchlagen, in sehr dicht geschlossenen Beständen bei der Erziehung von Landbauholz, am Rand der Bestände ꝛc. müsse man den Schluß am engsten halten. Am stärksten und öftesten seien die Birkenbestände, stark die Kiefern- und Lärchenbestände, schwächer die Eichennutzholzbestände in der Jugend, die Buchen-, Fichten- und Weißtannenbestände zu durchforsten; den zuletzt genannten Nadelholzbeständen sei jedoch die gänzliche Unterlassung der Durchforstung am meisten schädlich.

Die Cottaschen Regeln haben niemals bemerkenswerte Anwendung im Forstbetriebe gefunden. Zwar haben sich André, Christoph Liebich, Schultze, Grabner, Blondein u. a. für starke Durchforstungen ausgesprochen — aber sie haben ihre Ansichten nicht mit beweisfähigen Untersuchungen belegt. Hundeshagen tadelt die früh beginnenden Durchforstungen und will dieselben spät beginnen, aber oft wiederholen. Wilhelm Pfeil wiederholte 1820 im wesentlichen die Cottaschen Vorschläge, bekämpfte aber später seine früheren Anschauungen. Gwinner und Stumpf

bestreiten nicht die principielle Richtigkeit der Cottaschen Ansichten, aber sie halten dieselben nicht für anwendbar. Gwinner will die Reinigung des Bestandes nicht abgewartet haben, während man nach Stumpf erst dann durchforsten soll, wenn sich die jungen Bestände von unteren Aesten reinigen. Karl Heyer bekämpft die Cottaschen Vorschläge, weil ein dichter Saatbestand in späterer Zeit die gleiche Schaftstärke und den gleichen Durchschnittszuwachs erreiche, als ein Pflanzbestand. Jedoch werden auch hier beweisfähige Zuwachsuntersuchungen nicht mitgeteilt. Man soll mit dem Beginn der Durchforstungen warten, bis der Erlös wenigstens die Holzerntekosten deckt. Alle Schriftsteller betonen, daß das Wachstum des verbleibenden prädominierenden Bestandes mittels der Durchforstungen befördert wird, daß man denselben gegen Gefahren (Feuer, Insekten, Wind, Schnee, Duft ꝛc.) schützt, daß man früh eintretende und häufig wiederkehrende Material- und Gelderträge gewinnt u. s. w. u. s. w.

Inzwischen hatte man im Harze konstatiert, daß frühzeitige Durchforstungen den Schneedruck in Fichtenbeständen verringern. Nach dem Schneedruck der Jahre 1833—1836 durchforstete man 15—20jährige, noch nicht ganz geschlossene Fichtenbestände so stark, daß nur dominierende Stämme übrig blieben. Bei dem Schneedruck im Jahre 1844 wurden die undurchforsteten Bestände am stärksten beschädigt; während in den 1838—1840 durchforsteten Beständen (1800 par. Fuß über der Nordsee) nur einzelne Stangen beschädigt wurden, brach der Schnee in den undurchforsteten Beständen der gleichen Oertlichkeit platzweise, einzelne Plätze oft mehrere Quadratruten groß. In einer im Jahre 1820/21 mit 6jährigen Pflanzen ausgeführten Fichtenbüschelpflanzung (1,1 m Quadratverband) bei Lauthenthal am Harz (1650 Fuß über der Nordsee) hatte man Probeflächen angelegt. Der undurchforstete Teil mit 20 500 Stangen per Hektar hatte am meisten gelitten. Die in verschiedenem Grade durchforsteten Bestände (drei Probeflächen mit 10 276—10 466 Stangen per Hektar in verschiedener Stellung und eine Probefläche mit 5042 Stangen im Quadratverband) waren in gleicher Weise beschädigt worden, nur hatte sich, wie es schien, der Bruch auf die in gewöhnlicher Weise (mit Erhaltung des Schlusses?) durchforstete Probefläche gleichmäßiger verteilt.

Auch Unger schlägt für Fichtenbestände frühzeitige Durchforstungen (früher als gewöhnlich) vor, so scharf eingreifend, daß die gesunde Bezweigung bis zur Hälfte der Baumlänge herabsteigt. Die Bodenfeuchtigkeit wird hierbei, sagt Unger, erhalten, weil das Blätterdach eine größere Höhe besitzt und sich dem Boden weit mehr nähert, als in gedrängt erwachsenen Beständen. Jedoch sind in geschlossenen älteren Fichtenbeständen stärkere Lichtungen zu vermeiden. Unger befürwortet für den Harz weitständige Pflanzungen (2,0—2,3 m in Reihen).

Uslar hatte in Buchenbeständen (1824) durch Versuche gefunden, daß die stärkere Durchforstung günstigere Resultate, als die bisher übliche Durchforstung lieferte. Auf Grund der Erfahrungen in Hannover schlägt Edmund von Berg vor, die Buchenbestände schon im 30—35jährigen Alter zu durchforsten und zwar so stark, daß alle Stämme, welche in den nächsten 6—8 Jahren unterdrückt werden, zum Aushieb kommen. Es sollen alle „beherrschten" Stämme hinweg genommen werden und nur ca. 550 Stämme per Morgen (ca. 2000 Stämme per Hektar) im 30—35jährigen Alter stehen bleiben. Nach 5—6 Jahren, sagt Berg, wird der Schluß wiederhergestellt, der Boden beraset nicht, deckt sich kaum stellenweise mit einem spärlichen Kräuterüberzug; Nachteile durch Umbiegen der Stangen sind bei den in dieser Weise scharf durchforsteten Probeflächen nicht wahrgenommen worden und selbst in dem schneereichen Winter von 1844 mit seinem bedeutenden Eisanhang sind nachteilige Folgen nicht eingetreten. Die Probeversuche sind zwar nicht zum Abschluß gebracht worden, aber überall war, wie Berg, Uslar, Uhde u. a. für Buchenbestände konstatiert haben, mit der lichteren Durchforstung ein Mehrzuwachs verbunden.

Edmund von Berg will dagegen die Rotbuche vor dem 30—35jährigen Alter nicht durchforsten (durchrupfen 2c.). Er leugnet zwar nicht, daß frühzeitige Ausläuterungen und Durchforstungen sehr günstige Resultate geliefert haben; aber man müsse auch Dickungen im Walde erhalten, worin sich das Wild zu verbergen imstande sei.

Dagegen befürwortet Berg die Auslichtung der zu gedrängt stehenden Fichtenbestände und will in Fichtenbeständen die erste

Durchforstung schon im 20—30. Jahre (selbst mit Geldopfern) ausgeführt haben. Aber zwischen dem 30. und 40. Jahre und später soll nach Berg nur das dürre und unterdrückte Holz entfernt werden. Die Gründe für diese abweichenden Ansichten werden nicht angegeben.

Die weiteren in der Forstlitteratur zu findenden Meinungsäußerungen übergehe ich, weil ihnen die erforderliche Beweiskraft, welche nur komparative Untersuchungen gewähren können, mangelt. Im allgemeinen hat die forstliche Praxis die Hartigschen Durchforstungsregeln ohne vergleichende Prüfung der Wirkung stärkerer Auslichtungsgrade auf den Holzwuchs befolgt. Kaum kann man hier und da eine Hinneigung zu stärker eingreifenden Aushieben (z. B. in Braunschweig) entdecken.

Man hat im östlichen Wesergebirge (im Oberforst Seesen) alle beherrschten und beengten Buchen, welche die Entwicklung der dominierenden Stämme hemmen, ausgehauen. Wir haben die Ertragsuntersuchungen Robert Hartigs in diesen Buchenbeständen schon im sechsten Abschnitt (S. 204) kennen gelernt (statt „westliches" Wesergebirge ist dort zu lesen: „östliches" Wesergebirge).

In neuester Zeit (1884) hat Kraft, wie schon oben bemerkt wurde, den Versuch unternommen, die Auslichtungsgrade bei den Durchforstungen zu fixieren und zu regeln, indem er nach der Beschaffenheit der Kronen Wuchsgrade ausgeschieden und hierauf bestimmt hat, auf welche Stamm- (oder Kronen-) Klassen die schwache, die mäßige und die starke Durchforstung auszudehnen ist. Allein diese Charakteristik ist, wie gesagt, bei den schwer zu unterscheidenden Uebergängen im Wuchsgrad und der Beschaffenheit der Krone nicht leicht. Man kann keine scharf trennenden Merkmale auffinden und hiernach unterscheiden. Auf diesem Wege wird man sicherlich keine praktisch für die Auszeichnung der Durchforstungen benutzbare Richtpunkte aufzufinden vermögen.

Schon 1849 wurden (in Cottas Waldbau) folgende Wuchsgrade unterschieden:

a. herrschende (dominierende, prädominierende) Stämme,
b. beherrschte Stämme,
c. unterdrückte Stämme, ohne Längenwuchs, mit abgestorbenem Gipfel,
d. abgestorbene, trockene Stämme.

Ferner hat 1854 König unterschieden:

A. Herrschende Stämme,

a. vorherrschende,
b. mitherrschende,
c. nachwachsende.

B. Ueberwachsene Stämme,
a. übergipfelte,
b. unterdrückte.

Der Verein der forstlichen Versuchsanstalten hat eine andere Klassifikation versucht:

1) Dominierende Stämme, welche mit vollentwickelter Krone den oberen Bestandsschirm bilden;

2) zurückbleibende Stämme, welche an der Bildung des Stammschlusses noch Teil nehmen, deren größter Kronendurchmesser aber tiefer liegt als der größte Kronendurchmesser der dominierenden Stämme, die also gleichsam die zweite Etage bilden;

3) unterdrückte (unterständige, übergipfelte) Stämme, deren Spitze genau unter der Krone der dominierenden Stämme liegt (auch niedergebogene Stämme gehören hierher);

4) absterbende und abgestorbene Stämme.

Die Durchforstungsstufen für die Probeflächen werden wie folgt normiert:
a. die schwache Durchforstung entfernt nur die abgestorbenen Stämme;
b. die mäßige die absterbenden und unterdrückten;
c. die starke (vorgreifende) Durchforstung auch alle zurückbleibenden Stämme.

Nach meinen Wahrnehmungen vermute ich, daß die Durchforstungsflächen ad c zwar einen größeren Holzzuwachs haben werden, als die Probeflächen ad a und b, daß aber diese drei Durchforstungsgrade nicht ausreichen. Man wird vielmehr eine vierte Fläche in ähnlicher Weise durchforsten müssen, wie man die Buchenbestände im östlichen Wesergebirge (braunschweigischen Oberforst Seesen) durchforstet hat, d. h. man wird auch in der oberen Etage die beengten Stämme, welche die Entwicklung der vorherrschenden Stämme hindern, auszuhauen haben.

Endlich hat Kraft folgende Trennung vorgeschlagen:

1) Vorherrschende Stämme mit ausnahmsweise kräftig entwickelten Kronen.

2) Herrschende in der Regel den Hauptbestand bildende Stämme mit verhältnismäßig gut entwickelten Kronen.

3) Gering mitherrschende Stämme. Kronen zwar noch ziemlich normal geformt und in dieser Beziehung denen der zweiten Stammklasse ähnelnd, aber verhältnismäßig schwach entwickelt und eingeengt, oft mit schon beginnender Degeneration (z. B. mit etwas trockenspitzigen Kronenrändern, bei der Eiche auch oft mit den Anfängen eines knickigen Wuchses der Kronenzweige).

4) Beherrschte Stämmekronen mehr oder weniger verkümmert, entweder von nur zwei Seiten oder von allen Seiten zusammengedrückt oder einseitig (fahnenförmig) entwickelt, bei der Esche mit sehr knickigem Zweigwuchse.

a. Zwischenständige, im wesentlichen schirmfreie, meist eingeklemmte Kronen

b. Teilweise unterständige Kronen. Der obere Teil der Kronen frei, der untere Teil überschirmt, oder infolge von Ueberschirmung abgestorben.

5) Ganz unterständige Stämme

a. mit lebensfähigen Kronen (nur bei Schattenholzarten),

b. mit abgestorbenen und absterbenden Kronen.

Nach Kraft soll man, gestützt auf die Trennung dieser Wuchsklassen, folgende Durchforstungsgrade einhalten:

1. Grad, schwache Durchforstung: Nutzung der 5. Stammklasse.

2. Grad, mäßige Durchforstung (meist die oberste, häufig noch nicht einmal erreichte Grenze der gewöhnlichen Durchforstungspraxis): Nutzung der Stammklassen 5 und 4 b.

3. Grad, starke Durchforstung: Nutzung der Stammklassen 5, 4 b und 4 a.

Die nutzbringendste Art und Weise der Erziehung der Holzbestände ist, wie man sieht, noch eine offene Frage. Aber es erhellt aus den vorstehenden Mitteilungen, daß die Befürchtung Georg Ludwig Hartigs, welche die ängstliche Erhaltung des dichten Kronenschlusses in den deutschen Waldungen vor allem verursacht hat — die Befürchtung, daß die scharf und vorgreifend durchforsteten Bestände durch Schnee, Duft- und Eisanhang zusammengedrückt werden, selbst für die echten Schneebruchlagen (des Harzes) unbegründet war. Bezüglich der Hauptgefahr durch den Schnee, der hauptsächlich durch Auflagern auf die dichte Gerten- und Stangenholzbezweigung nesterweise Beschädigungen veranlaßt, ist die günstige Wirkung der scharfen Durchforstung selbstverständlich, denn von den einzelnstehenden, dem Luftzug mehr ausgesetzten Gerten und Stangen wird die geringe Schneemenge, welche sich aufgelagert hat, öfter und leichter abgeschüttelt werden, als bei einem dichten Kronendach (cf. S. 192). Immerhin sind hinsichtlich des Gipfelbruches — namentlich in den gemischten Beständen, in denen die Nadelhölzer mit ihren Kronen hervorragen — weitere Erfahrungen zu sammeln.

Im allgemeinen ist sicherlich die örtlich thunlichste Annäherung an die Durchforstungsregeln, welche Heinrich Cotta vor mehr als 60 Jahren aufgestellt hat, die Aufgabe der nächsten Zeit.

Auf Grund der Beweise, die ich im sechsten Abschnitt mitgeteilt habe, und im Hinblick auf die in diesem Abschnitte erörterten Ergebnisse der Untersuchungen in Sachsen glaube ich deshalb die Regelung des Durchforstungsbetriebs auf einer anderen Grundlage wiederholt befürworten zu dürfen — wenn auch zunächst nur für Versuche auf Probeflächen. Die Forstwirte dürfen sich zukünftig,

wie ich glaube, nicht ausschliesslich auf die Bestattung der Toten beschränken. Ich habe meine abändernden Vorschläge im siebenten Abschnitt (S. 249—265) ausführlich erörtert und verweise auf diese Darstellung, indem ich nur folgendes hervorhebe:

Es kann nicht gefahrbringend sein, wenn man den Wachsraum, den sich die Gerten, Stangen und Stämme in den nächsten 5 oder 10 Jahren mühsam erkämpfen müssen, gleich anfänglich künstlich öffnet. Da aber nur die zur Haubarkeitszeit dominierenden Nutzholzstämme vom Forstmann zu beachten und zu pflegen sind, so hat sich diese Erweiterung des Wachsraums in erster Linie auf die kräftigsten Stangen und Stämme, die als Rekruten des Haubarkeitsbestands ausgewählt werden können, zu erstrecken, während der Nebenbestand im Kronenschluß bleibt und eine Reserve bildet, bis die freigehauenen Stämme schnee- und sturmfest und widerstandskräftig geworden sind. (Näheres cf. S. 249—257.) Nach dieser Freistellung (Kronenfreihieb) gehen die späteren Durchforstungen allmählich zum Lichtungshiebe über — je nach den örtlichen Wirtschaftszielen rascher und langsamer (cf. S. 257—265).

Vorläufig befürworte ich indessen, wie ich wiederholt betone, lediglich die Anlage von vergleichungsfähigen Probeflächen in allen Oertlichkeiten und namentlich die genaue Messung der Zuwachsleistungen durch die dominierenden und beherrschten Stammklassen. Man wird hierbei erfahren, ob die Kronenfreihiebe genügende Wirksamkeit haben und an die Stelle der schwer ausführbaren Cottaschen Ausjätungshiebe treten können. Man wird auch erfahren, ob im späteren Alter, wenn wuchskräftige, vollbekronte Stämme erzogen worden sind, weitreichende Auslichtungen höheren Nutzeffekt gewähren, als ein mäßiger Kronenschluß. Dabei ist genau zu konstatieren, wie weit diese stark vorgreifenden Auslichtungshiebe auf armem, leicht vertrocknendem Boden, der sich in der Regel mit Unkraut überzieht, gehen dürfen, denn für die hochgradige Lichtstellung ist stets die Erzeugung eines dicht schirmenden Bodenschutzholzes Vorbedingung.

III.

Die Entastung der Waldbäume.

Die Ausastung („Schneidelung“ und „Aufastung“) der heranwachsenden Waldbestände und der fortwachsenden Einzelstämme ist in der Forstlitteratur der letzten 50 Jahre mit besonderer Vorliebe erörtert worden. Man glaubte vor allem bei den freiständigen Waldbäumen die Bildung eines schönen, vollholzigen, walzenförmigen Schaftes durch die Entnahme der unteren grünen Aeste befördern zu können. Man wollte den Höhenwuchs beleben, und durch Bildung einer kleinen Krone dem Windwurf und Schneedruck vorbeugen u. s. w. Das Unterholz im Mittelwalde, der Nachwuchs unter Samen- und Schutzbäumen und Laßraideln rc. sollte durch die Auslichtung im Wuchs gefördert werden.

Man unterscheidet die „Trockenästung“ von der „Grünästung“. Die Abnahme der dürren Aeste und blattlosen Aststummel scharf und dicht am Stamme kann, so sollte man meinen, nur günstig wirken. Aber selbst diese Frage ist noch nicht entschieden. Der Baum ernährt den unteren Teil der abgestorbenen Aeste und schützt sich dadurch vor Fäulnis. Schwächere Aeste werden in der Regel ohne jeden Nachteil für den verbleibenden Stamm abgestoßen; bei stärkeren Aesten kann sich zwar eine Asthöhle bilden, aber dieselbe überwallt sehr rasch und verbreitet keine Fäulnis im anderen Teile des Holzkörpers. Es kann sicherlich nicht schaden, wenn man die Aststummel scharf am Stamme abschneidet. Aber es fragt sich, ob der Nutzeffekt die Kostenausgabe ersetzt. Nach den Untersuchungen in Sachsen, über welche Judeich 1874 berichtet, waren die Astwunden, die durch das Absägen trockener schwacher Fichtenästchen — noch nicht 1/2 cm stark — erzeugt worden waren, nach 5 Jahren noch nicht überwallt. Sie hatten vielmehr kleine Löcher gebildet. Die Trockenastung erfordert immerhin eine sehr beträchtliche Geldausgabe. Sie hat im Forstbetriebe bis jetzt keine große Verbreitung gewonnen.

Die Forstwirte wollen mit der „Aufastung“ hauptsächlich die Stammform verbessern — die Vorliebe für glatte, walzenförmige Schäfte tritt uns auch hier wieder entgegen. Man ließ deshalb

die Aeste bis 0,6 bis 0,8 der Stammlänge entfernen, von der gesamten Astmasse wurden 0,3 bis 0,4 hinweggenommen. Aber man kann mit einigen Worten nachweisen, daß diese kostspielige „Aufastung" keine Pflege, sondern eine Mißhandlung der Waldbäume ist.

Wenn man nur die unteren Aestchen bis etwa zu einem Durchmesser von 5 cm entfernt, so ist die Wirkung — darüber sind die Schriftsteller einig — kaum bemerkenswert. Diese Wunden überwallen sehr bald, aber es ist nach den Untersuchungen Göpperts sehr wahrscheinlich, daß unter den überwallten Stellen das Keimbett für spätere Fäulnis erhalten bleibt. Bei Königslutter hatte man jugendliche Eichen ausgeschneidelt. Nach 18 Jahren waren die Wunden vollkommen überwallt, aber nach 31 Jahren waren fast alle Schnittflächen tief eingefault. Bei Allstädt hatte man 600—800 Mittelwaldeichen geschneidelt; nach 5 bis 8 Jahren waren alle Stämme anbrüchig und krank. Die gleiche Erfahrung machte man mit ausgeschneidelten Fichten bei Ilmenau.

Wenn man einen sehr beträchtlichen Teil der Astmasse entfernt, so wird selbstverständlich der Zuwachs des ausgeästeten Stammes sehr beträchtlich verringert werden. Kunze hat diese Erscheinung für 21jährige Kiefern durch einen vergleichenden Versuch nachgewiesen:

18 Stämme wurden entastet, teils bis auf 3, teils bis auf 4, teils bis auf 5, auf 6 und auf 7 Astquirle, die stehen blieben. Vier Jahre lang wurde vor Beginn der Vegetation die ursprüngliche Zahl wieder hergestellt, indem jedesmal der unterste Astquirl entfernt wurde. 21 Stämme wurden nun beim Beginn des Versuchs auf die gleiche Zahl der Astquirle entastet, aber die jährliche Erneuerung des Astabhiebs unterblieb. Fünf Stämme wurden gar nicht entastet. Alle Stämme hatten im Jahre vor der Entastung und im Jahre nach der Entastung einen fast ganz gleichen Höhenwuchs (0,48—0,49 m). Von diesem Höhentriebe lieferten in den nächsten Jahren:

	im 1. Jahre.	2. Jahre.	3. Jahre.	4. Jahre.
Die nicht entasteten Kiefern . .	0,92	0,88	0,86	0,94
Die bis auf drei Astquirle jährlich entasteten Kiefern . . .	0,93	0,43	0,37	0,33
einmal	0,79	0,61	0,68	0,55
Die bis auf vier Astquirle jährlich entasteten	0,63	0,56	0,55	0,66
einmal	0,89	0,66	0,58	0,67

	im 1. Jahre.	2. Jahre.	3. Jahre.	4. Jahre.
Desgl. auf fünf Astquirle jährlich	0,84	0,68	0,61	0,64
einmal entastet	1,17	1,00	0,95	0,89
Bis auf sechs Astquirle				
jährlich entastet	1,08	0,75	0,69	0,55
einmal	1,07	0,87	0,81	0,80
Bis auf sieben Astquirle				
jährlich entastet	0,99	0,77	0,72	0,76
einmal	1,07	0,83	0,76	0,74

Jede Entastung, auch die einmalige mit sieben verbleibenden Astquirlen, ergibt somit eine fortgesetzte Abnahme der Länge der Jahrestriebe. Es muß eine sehr beträchtliche Verbesserung der Schaftform erfolgen, um lediglich die Verringerung des Höhenwuchses auszugleichen. Aber auch die Massenzunahme wurde durch die Entastung wesentlich verringert. Von dem Jahre vor der Entastung bis zum vierten Jahre nach der Entastung hatten zugewachsen:

Die nicht entasteten Stämme	= 19,3 %
Die auf drei bis vier Quirle jährlich entastet	= 10,1 %
einmal	= 8,1 %
Die auf fünf bis sieben Quirle jährlich entastet	= 14,0 %
einmal	= 13,1 %

Der Schaft war allerdings um einige Prozente vollholziger geworden. Am Ende des Versuchs fanden sich folgende Schaftformzahlen:

Nicht entastet	0,541
Auf drei bis vier Astquirle jährlich entastet . .	0,582
einmal entastet	0,573
Auf fünf bis sieben Astquirle jährlich entastet . .	0,564
einmal entastet	0,562

Theodor Hartig, Nördlinger, Kienitz u. a. kamen zu gleichen Resultaten. Die mäßige Entastung blieb ziemlich wirkungslos und die starke Entastung beförderte allerdings einige Jahre den Dickewuchs des oberen Schaftteils, allein gleichzeitig trat eine beträchtliche Verminderung des Zuwachses ein und auch die zuerst genannte Wirkung ließ nach einigen Jahren wieder nach.

Welchen wirtschaftlichen Erfolg kann die vielfach erörterte und vielfach geübte „Aufastung“ in der That haben? Steigert sie den Wertzuwachs der zu pflegenden Baumschäfte? Dieser Wertzuwachs wird, wie wir gesehen haben, verringert. Wird etwa die Form und Brauchbarkeit des Schaftes verbessert? Offenbar kommt hinsichtlich des Nutzholzwertes in erster Linie der u n t e r e Schaftteil in Betracht und hier wird der Zuwachs künstlich verringert. Zu welchem Zweck? Es sollen sich in dem minder wertvollen, oberen

Schaftteile etwas stärkere Jahrringe auflagern. Man kann möglicherweise im späteren Alter der stärker entasteten Stämme Nutzholzabschnitte gewinnen, die einige Centimeter am oberen Abschnitt stärker sind, als bei nicht entasteten Stämmen. Allein statt gesunder Aeste werden regelmäßig bis tief an den unteren Schaft herab rot- und weißfaule Flecken zu finden sein, die oft mehrere Decimeter tief in den Stamm hineinziehen.

Wird der Verlust, den diese Mißhandlung der Stämme regelmäßig im Gefolge hat, etwa durch Gewinn an Unterholzzuwachs ausgeglichen? Das ist kaum denkbar! Wenn diese Wirkung bemerkbar und meßbar werden soll, so muß man 30 oder 40 oder 50 % der Astmasse des Oberstandes entfernen. Wenn der Oberholzzuwachs 80—100 M. beträgt (cf. S. 313) und 30 oder 50 % infolge der Entastung sinkt, so wird dieser Schaden nicht kompensiert werden, auch wenn der Unterholzzuwachs durch die Entastung um 2 Festmeter per Hektar, sonach bei den jetzigen Brennholzpreisen in Deutschland um höchstens 10—15 M. gesteigert werden sollte (was selbstverständlich nirgends stattfinden wird). Bei der Erörterung des Mittelwald- und selbst des Schälwaldbetriebs habe ich nachgewiesen, daß das Schwergewicht in die volle Ausnutzung der Oberholzproduktion zu legen ist. Eine Entastung, die den Brennholzertrag des Unterholzes auf Kosten der Nutzholzproduktion des Oberholzes zu vermehren bezweckt, wird wohl niemals nutzbringend sein. Wenn aber stark verdämmende Waldrechter in jungen, zu Nutzholzbeständen heranwachsenden Verjüngungen stehen, so wird man dieselben zweckmäßiger heraushauen, anstatt sie zu entasten.

Die Entastung unmittelbar oder einige Jahre vor der Fällung in Besamungsschlägen, Auslichtungsschlägen, bei Auszugshauungen u. s. w. ist selbstverständlich zulässig. Die Ausastung des abkömmlichen Schutzbestands ist außerdem ein Mittel, um die allmähliche Erstarkung der nachwachsenden Holzarten gefahrlos zu erzielen. Wenn fortwachsende Stämme entastet werden sollen, so sind die Aeste dicht am Stamme durch einen scharfen Schnitt in den Monaten Oktober bis Februar hinwegzunehmen; die Astwunde ist durch einen Anstrich mit Steinkohlentheer luftdicht zu verschließen.

Durch die sinn- und zwecklose Grünästung der Oberständer und Waldrechter ist den deutschen Waldungen, wie ich befürchte,

ein tiefgreifender Schaden zugefügt worden, der erst nach seinem ganzen Umfang in späterer Zeit erkannt werden wird. Für den bayrischen Steigerwald wird derselbe amtlich konstatiert. Der Verfasser hat Tausende von Eichennutzholzstämmen mit und ohne frühere Entastung vermessen und dabei Erfahrungen gesammelt, die ihn zu den vorstehenden Warnungen berechtigen.

Dreizehnter Abschnitt.

Der Fruchtbau im Walde.

Durch die Ausdehnung, welche die Anzucht der Agrikulturgewächse in Deutschland gewonnen hat, sind die Waldungen im großen und ganzen auf die schlechteren Böden und die ungünstigeren, namentlich entfernteren Lagen zurückgedrängt worden. Eine weitgreifende Umwandlung des heutigen Waldbodens in Feld wird selbst für die fruchtbarsten Gegenden untergeordnet in Betracht kommen, weil die Rente in seltenen Fällen dem Aufwand für Rodung, Düngung, Vieh 2c. entsprechen würde. Dagegen wirkt ein mehrjähriger, den Boden lockernder Fruchtbau, wie wir gesehen haben, sehr günstig auf den nachfolgenden Holzwuchs. Zu diesem vorübergehenden Fruchtbau gebraucht man keine Düngung, keine Vermehrung des Viehstands, Inventars 2c., die der Landwirtschaft bei ihrer heutigen niedergedrückten Lage schwer fallen würde und verschafft den minder bemittelten Bevölkerungsklassen Arbeitsverdienst. Wenn der Waldboden vorübergehenden Fruchtbau gestattet, so haben sicherlich die Forstwirte vor allem den landwirtschaftlichen Zwischenbau im Hochwaldbetrieb, den wir unten kennen lernen werden, zu begünstigen. Sie haben an allen geeigneten Orten zu vergleichen, wie weit die Kosten der vollständigen Rodung durch den Reinertrag der Fruchternten entlastet werden und wie sich die Kulturkosten und Kulturerfolge ohne und mit tiefer Rodung stellen.

Von vornherein muß man allerdings absehen nicht nur von den felsigen und steinigen und den sehr stark geneigten Bodenpartien, den hohen Gebirgslagen 2c., sondern auch von den geringen Boden-

klassen. Es kann in Gegenden, in denen der Wald zurückgedrängt worden ist auf diejenigen Bodenflächen, welche zum Hafer- und Kartoffelbau nicht mehr geeignet sind und nur noch geringwüchsige Kiefernbestände tragen, vom Fruchtbau keine Rede sein. Es fragt sich sogar, ob derselbe nicht gefährliche Folgen haben würde, wenn der Boden sehr kraftlos ist. Namentlich auf armen Sandböden will man in einzelnen Gegenden Norddeutschlands schlechten Holzwuchs nach zu lange fortgesetztem Fruchtbau beobachtet haben, während man wieder in anderen Gegenden eine beträchtliche Erhöhung der Holzproduktion des trockenen Sandbodens durch 3jährigen Fruchtbau konstatiert hat. Indessen wird man selbst in den bodenarmen Landesteilen Deutschlands ausgedehnte Flächen finden, die nach dem Abtrieb der Bestände, namentlich der Nadelholzbestände, den zwei- oder dreimaligen Fruchtbau gestatten.

Beim Waldfeldbau kommen zwei verschiedene Arten in Be-Betracht — die vollständige Umrodung der Kahlschläge des Hochwaldbetriebs mit landwirtschaftlicher Bebauung teils vor, zumeist aber nach der Holzkultur und zweitens der Fruchtbau zwischen den Wurzelstöcken und Stockausschlägen des Niederwaldes.

1.

Der landwirtschaftliche Vorbau im Hochwaldbetrieb.

Die Fruchtnutzung, die dem Holzanbau vorangeht, ist seit langer Zeit im Odenwald eingeführt. Man nennt derartige Waldfelder „Röderland“. Nach dem Abtrieb der Bestände — meistenteils Kiefern — verbrennt man das zurückgelassene Astholz und den Bodenabraum durch ein Lauffeuer („Ueberlandbrennen“) und bebaut hierauf den 10—20 cm tief bearbeiteten Boden 1—3 Jahre lang im ersten Sommer (Juni) mit Buchweizen und später mit Winterroggen. Mit dem letzten Fruchtanbau wird gewöhnlich die Holzkultur verbunden.

Eine ähnliche Benutzung (Roggenbau im Herbst, dann ein- oder zweimal Hafer, oft auch im dritten Jahr Rüben) dehnt sich in Steiermark und Unterösterreich auf ca. 40 000 Morgen aus.

Ueber die Kosten und die Erfolge dieser Bodenbenutzung finde ich keine genauen und ausreichenden Mitteilungen in der mir zugänglichen Forstlitteratur. Im Odenwald findet man diese Betriebsart zumeist in bäuerlichen Privatwaldungen.

Wenn man den Fruchtbau im Walde planmäßig durchführen will, so wird nicht der landwirtschaftliche Vorbau mit oberflächlicher Bodenbearbeitung, sondern der landwirtschaftliche Zwischenbau (zwischen den Holzpflanzen), welcher den Boden gründlich lockert und das Unkraut lange Zeit zurückhält, vorzuziehen sein.

Vorbau und Zwischenbau sind jedoch zumeist auf lockerem Sandboden erprobt worden, der sich bald erwärmt und durch die alsbaldige Verwesung der organischen Rückstände den Pflanzen Nahrungsstoffe zuführt.

Wenn man einen Thon-, Lehm-, überhaupt kalkarmen, schweren und kalten Boden zur Fruchtnutzung zubereiten will, so wird erfahrungsgemäß ein lohnender Erfolg ohne vorausgegangene Kalkdüngung (etwa 30 Ctr. per Hektar) nicht zu erlangen sein. Man würde außerdem den Boden mehrere Winter lang dem Frost aussetzen und dabei fortgesetzt bearbeiten müssen. Der Kalk erwärmt den Boden und befördert erfahrungsgemäß die Verwesung der organischen Rückstände.

Der Kalk bleibt gewöhnlich in kleinen, mit Erde bedeckten Haufen so lange liegen, bis er zu feinem Pulver zerfällt. Soll der Aetzkalk unmittelbar benutzt werden, so wird er in Mengen von 40—50 Pfd. in Weidenkörbe gebracht und in einem mit Wasser gefüllten Zuber so lange getaucht, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen.

Günstiger würde schwefelsaurer Ammoniak auf schweren Böden wirken; aber dieser künstliche Dünger ist zu teuer.

Bei einem schweren, bindenden Boden wird auch bei Kalkdüngung der Anbau von Halmfrüchten selten die Kosten lohnen. Kartoffelbau steht hier in erster Linie, auch Wicken, Erbsen, Klee 2c. werden, wenn die Oertlichkeit sonst geeignet ist, nach Kalkdüngung gedeihen. Topinambur (Helianthus tuberosus) kann in allen Böden und Lagen Deutschlands mit Erfolg gebaut werden, namentlich noch in steilen, rauhen Gebirgslagen oder feuchten Niederungen mit geringem Boden. Als frisches, saftiges Futter werden die Knollen (gestoßen) vom Rindvieh gerne gefressen und wirken sehr günstig auf den Milchertrag ein.

Die Stengel dienen als Brennmaterial. In Hohenheim lieferte ein 20jähriges Topinamburfeld jährlich im Durchschnitt 400 Ctr. Knollen und 70 Ctr. trockene Stengel per Hektar, sonst nur 120—225 Ctr. Knollen und 40—60 Ctr. Futterlaub per Hektar. Diese ausdauernde Pflanze wird durch Anpflanzung einer Hackfrucht oder grün abgemähtem Klee ꝛc. wieder vertrieben.

Wenn man gleichzeitig mit dem Anbau von Topinambur Holzpflanzen anbauen will, um durch den gewaltigen Wuchs dieses Knollengewächses die Forstunkräuter zurückzuhalten und nahrhaftes Viehfutter zu gewinnen, so läßt man (zunächst versuchsweise) 1/2 m breite Stufen 24 cm tief möglichst von Ost nach West im Herbst aushauen, im nächsten Frühjahr die Topinambur einlegen und im Herbst (oder nächstem Frühjahr) die Holzpflanzen in Reihen setzen.

Auf Sandböden, überhaupt mürben Böden mit mürbem Untergrund und in nicht zu hohen Lagen gedeiht die gelbe Lupine (Lupinus luteus), die zur Gründüngung (auch von Saatkämpen) und zur Schaffütterung benutzt wird.

Man säet per Hektar 2,3 bis 3,6 Ctr. Samen im Frühjahr (etwa Anfang Mai) auf den im Herbst 20—25 cm tief umgearbeiteten Boden und läßt denselben mittels einer tiefgehenden Egge etwa 5 cm tief unterbringen. Man kann, wenn Frucht fortgebaut werden soll, die Lupinen umpflügen und etwa 15 cm tief gleichmäßig mit Erde bedecken. Man kann auch, wenn Holzkultur eintreten soll, die Stoppeln bei der Ernte 15—18 cm hoch stehen lassen und im nächsten Jahr mit einjährigen Kiefern bepflanzen, denen die Stoppeln Schutz gewähren.

Der Röderlandbetrieb war auch in der Rheinthalebene (Revier Virnheim) seit Anfang dieses Jahrhunderts gebräuchlich. Man lockerte den Boden mit der Hacke oder dem Pfluge oberflächlich und baute entweder nur ein Jahr oder zwei Jahre lang Sommerfrüchte und das dritte Jahr Winterkorn. Die Eicheln wurden im ersten oder zweiten Herbst, die Kiefern im dritten Frühjahr eingesäet.

Aber bei diesem landwirtschaftlichen Vorbau wurde der Graswuchs und die in der Rheinthalebene besonders gefährlichen Fröste, namentlich den Eichen, sehr schädlich; die Kiefernsaaten vertrockneten (bei Darmstadt) in heißen Sommern oder unterlagen der Schütte. Man ging deshalb in Virnheim schon 1842 zum landwirtschaftlichen Zwischenbau, der den Graswuchs zurückhält, bis die Holzpflanzen erstarkt sind, über und 1852 ließ man die tiefe Lockerung an die Stelle der oberflächlichen Bodenbearbeitung treten.

II.

Der landwirtschaftliche Zwischenbau.

A. Im Hochwaldbetriebe.

Für den landwirtschaftlichen Zwischenbau im Hochwaldbetriebe ist der Virnheimer Betrieb mustergültig. In Virnheim wird nach dem Abtrieb des Schlages (durch Umroden der Stämme) ein 0,375 m tiefer Graben gezogen und seitwärts durch gleich tiefe Bearbeitung des Bodens erweitert, wobei der Bodenüberzug hinlänglich mit Erde bedeckt und der humose und wilde Boden möglichst miteinander vermischt wird. Der Holzanbau geschieht durch Saat oder Pflanzung in 1,25 m entfernten Reihen. In Laubholzkulturen wird der Zwischenbau vier Jahre lang, in Nadelholzkulturen zwei Jahre lang wiederholt. Im ersten Jahre werden Kartoffeln gebaut; die Kartoffelreihen pflanzt man in 1,25 m Entfernung und in den Reihen kommen die Kartoffeln einen Schritt voneinander. Im Herbst werden die Flächen geebnet und mit Winterkorn (durchschnittlich 224 Pfd. per Hektar) besäet; beim Unterhäckeln und Einrechen wird die Erde an die Holzpflanzen herangezogen. Damit schließt der Fruchtbau in den Kiefernkulturen, die zumeist leichten und trockenen Sandboden haben. In den Laubholzkulturen werden im dritten Jahre zunächst die Holzreihen leicht behackt und gereinigt und hierauf wird die Fläche, wie im ersten Jahre, mit Kartoffeln bestellt. Im vierten Jahre wird der Winterkornbau in den Laubholzkulturen, wie im zweiten Jahre wiederholt.

Bei einem Tagesverdienst von 1 M. bis 1 M. 30 Pf. in Laubholz- und 1 M. 71 Pf. bis 2 M. in Kiefernbeständen stellen sich die Kosten des Anrodens auf 82 M. per Hektar. Kartoffeln werden per Hektar 6,4 hl und Saatroggen 224 Pfd. verwendet. Bei einem Preise von 3,35 M. per Hektoliter Kartoffeln und 9,5 M. per Centner Saatroggen stellen sich die vierjährigen Gesamtkosten in Laubholzkulturen auf 290 M. und die zweijährigen Gesamtkosten in Kiefernkulturen auf 187 M. per Hektar. Der Kornertrag schwankte zwischen 10 und 20 Ctr. per Hektar, der Kartoffelertrag betrug im Durchschnitt (bei starken Schwankungen in Einzeljahren) 72—102 hl per Hektar.

In der Periode 1847—1868 hat der durchschnittliche Reinertrag (nach Abzug der Ausgaben für Saatfrüchte und Arbeits-

lohn und der 55 M. per Hektar betragenden Forstkulturkosten) 129 M. für den Hektar der kultivierten Fläche betragen. Die Roggen- und Kartoffelernten werden in Losen von gewöhnlich ¼ Hektar Größe versteigert, der Durchschnittserlös hat in der Periode 1847—68 105 M. per Hektar Winterroggen und 146 M. per Hektar Kartoffeln betragen. Ein nach vierjährigem landwirtschaftlichem Vorbau begründeter Eichenbestand hatte im 61. Jahre 9,98 Festmeter Gesamtdurchschnittszuwachs per Hektar und eine mittlere Bestandshöhe von 22,5 m, ein anderer 33jähriger Eichenbestand nach vierjährigem Zwischenbau 7,55 Festmeter Durchschnittszuwachs und 11,5 m Bestandshöhe, ein mit dreijährigem landwirtschaftlichem Zwischenbau erzogener 34jähriger Kiefernbestand hatte 15,17 Festmeter Gesamtdurchschnittszuwachs, ein gleich erzogener 13jähriger Bestand 10,95 Festmeter. Offenbar glänzende Erfolge!

In den Kiefernbeständen auf dem Sandboden bei Darmstadt (mäßig frischer Sand mit wenig Lehmbeimengung, auf dem die Kiefer 5 Festmeter Haubarkeits-Durchschnittszuwachs im 80. Jahre liefert) findet nach dem Holzabtrieb drei Jahre lang Kartoffelbau zwischen den 1,25 m entfernten Kiefernreihen statt, nachdem der Boden im Winter auf 0,40 m Tiefe, wie in Virnheim durch Umgraben, gerodet worden ist. Die einjährigen Kiefern erhalten in den Reihen eine Entfernung von 0,5 m, die Kartoffeln (bei 1,25 m Reihenentfernung) 0,75 m. Der Kornbau im dritten Jahre hat sich nicht bewährt.

Bei einem Taglohnsatz von 2,40 M. für Männer und 1,20 M. für Weiber zieht Muhl 1875 auf Grund siebenjährigen Durchschnitts folgende Bilanz per ein Hektar:

Rodung	226,29 M.
zweimaliges Umspaten	72,68 „
dreimal je 12 Ctr. Saatkartoffeln	98,29 „
dreimaliges Stecken, Hacken und Häufeln .	139,89 „
Zusammen . .	537,15 M.
Bruttowert von drei Kartoffelernten . . .	648 „
Ueberschuß . .	110,85 M.

Nach den für eine andere Zeit und andere Preisverhältnisse ermittelten Virnheimer Sätzen berechnen sich für eine dreimalige Kartoffelernte die Kosten auf 292 M. und der Erlös auf 439 M.

Oberständer werden auf den Waldfeldern ca. 20 per Hektar übergehalten und zur Verminderung der Windwurfgefahr ausgeastet — auf Kosten des lebhaften Lichtungszuwachses, wie Muhl mit Recht bemerkt.

Die lukrativste Benutzungsart war nach Muhl die einjährige Verpachtung als Rodland und hierauf die oben genannte Bebauungsart für Rechnung des Waldeigentümers. In diesem Falle hatte

der Rodlandpächter die Rodungskosten zu tragen. Im ersten Jahre des Selbstbetriebs könne der Pflug angewendet werden. Diese Verbindung des landwirtschaftlichen Vor- und Zwischenbaues hat bei Darmstadt nicht nur die Kulturkosten, die infolge von Beschädigungen durch Lapins von 42 M. auf 97 M. per Hektar gestiegen waren, ersetzt, sondern auch noch einen Gewinn von 297,75 M. per Hektar geliefert.

Die Verbreitung des Waldfeldbaues in Gegenden, in welchen die Arbeitskräfte rar und teuer sind, wird nur dann belangreich werden, wenn das Umspaten ersetzt werden kann durch die Anwendung des Pfluges, namentlich des Untergrundspfluges. In ebenen Lagen und steinfreien Böden wird hierbei in erster Linie die Benutzung der Dampfkraft in Betracht kommen. Es ist zu erwarten, daß die Tiefkultur mit Dampfkraft in der Landwirtschaft eine zunehmende Verbreitung findet und dadurch noch beträchtlich billiger wird, als bisher, weil die Dampfpflüge zur Waldkultur während der Zeit, wo dieselben für die Landwirtschaft entbehrlich sind, verwendet werden können.

Der mit Dampf getriebene Untergrundspflug bewirke, so wird in der landwirtschaftlichen Litteratur versichert, eine so vorzügliche Bearbeitung des Bodens, wie sie auf keine andere Weise erreicht werden könne. Früher wurde angenommen, daß das einmalige Spaten ebensoviel oder mehr leiste, als mehrmaliges Pflügen.

Die Forstwirte dürfen immerhin Umschau halten, ob in Deutschland die besseren Waldböden, in denen man ohne Gefahr mehrere Jahr lang Kartoffeln und andere Feldfrüchte ziehen kann, mit großen Flächen vorhanden sind. Wir haben die vorzüglichen Wirkungen der Bodenlockerung wiederholt kennen gelernt. Es wird in der Regel nicht zu untersuchen sein, ob der Bau von Feldfrüchten einen Ueberschuß gewährt, sondern ob derselbe mit einem Zuschuß von 50—60 M. per Hektar (bei Tiefkultur) örtlich durchführbar ist. Diese Ausgabe lohnt sich schon durch den Zuwachsgewinn — ganz abgesehen davon, daß in vielen Fällen die hohen Kulturkosten, die wir im neunten Abschnitt beziffert haben, durch Anwendung der billigen Spaltpflanzung sehr wesentlich reduziert werden können und im Erfolg sicherer werden. Kann man zudem durch Fruchtbau im Walde Ueberschüsse erzielen und zugleich die

für den inländischen Konsum nicht ausreichende Produktion von Agrikulturgewächsen vermehren — desto besser für die Volkswohlfahrt.

B. Der Hackwald- und Haubergsbetrieb.

1) In den 15—16jährigen Eichenschälwaldungen des Odenwaldes und Neckarthales wird zunächst das Raumholz (Haseln, Birken 2c.) bis zum Monat April ausgehauen. Unmittelbar nach dem Aushieb des Raumholzes wird der Hackwaldschlag geschuppt, d. h. es werden alle mit dichtem Gras, Moos, Heide, Pfriemen, Heidelbeerkraut überwachsenen Stellen abgeschürft. Dieses Schuppen muß im Monat April vollendet sein; später ist dasselbe gänzlich zu unterlassen, weil erfahrungsgemäß auf frisch geschuppten Böden das Reisig und der Bodenüberzug unvollständig verbrennt (wegen der feuchten Erde). Mit Eintritt der Saftzeit erfolgt der Abtrieb der Eichenstockschläge. Sämtliches schwache Raumholz bis 2 cm und Eichenholz bis 6—7 mm bleibt dabei im Schlage liegen und wird mit dem Abraum gleichmäßig verteilt. Bis zum 20. Juni wird hierauf der Schlag gebrannt. Das „Ueberlandbrennen" leitet ein langsames Bodenlauffeuer, der herrschenden Windrichtung entgegen, an Bergwänden von oben nach unten, über die Fläche, nachdem die Schlaggrenzen und Holzarten teils drei Schritt (bei angrenzenden Laubholzbeständen), teils sechs bis acht Schritt (bei angrenzenden Nadelholzbeständen) abgeräumt worden sind.

Bei windstillem Wetter vollzieht sich dieses Ueberlandbrennen zumeist gefahrlos; per Hektar sind indessen 4 männliche Personen mit Aexten, Hacken 2c. zur Bewachung aufzustellen. Die Bewachung ist fortzusetzen, bis alles Feuer erloschen ist. Man beschützt die angrenzenden Bestände und aufgearbeiteten Hölzer durch Gegenfeuer, die aber rechtzeitig angezündet werden müssen, damit das Zusammentreffen weit von den gefährdeten Stellen erfolgt. Am gefährlichsten sind Wirbelwinde bei heißem Wetter. Die unverbrannten Rückstände werden in kleinen mit Erde bedeckten Haufen eingeäschert. Durch das Ueberlandbrennen werden die Eichenstöcke an der Oberfläche leicht angebrannt und genötigt, tief auszuschlagen. Junge Eichenpflanzen werden vor dem Brennen abgeschnitten.

Nachdem der Boden sich abgekühlt hat, wird der Buchweizen mit der Hacke untergebracht, die Frucht im August an Ort und Stelle auf Tüchern gedroschen und das wertlose Stroh zurückgelassen. Hierauf wird der Schlag mit Winterroggen bestellt, der

im nächsten Herbst unausgedroschen eingebracht wird. Eine dritte Ernte ist in gut bestockten Hackwäldern wegen der aufgewachsenen Stockschläge selten möglich.

Für diese Fruchtnutzung werden in der Regel Pachterträge von nur 7—14 M. per Hektar erzielt, die höchsten Falls bis 35 M. steigen. Auch bei starker Aussaat ist der Ertrag sehr unsicher, oft wird die Einsaat nicht geerntet, namentlich der Buchweizen mißrät häufig. Im glücklichsten Falle liefert der letztere das 6—10fache Korn, der Winterroggen selten mehr als das 3—4fache Korn.

2) Die „Haubergswirtschaft" im Kreise Siegen besteht seit mehr als 400 Jahren. Im rauhen Edergebirge sind bei geringem Areal an Aeckern und Wiesen überschüssige Arbeits- und Zugkräfte vorhanden. Nach dem Abtrieb der Schälstangen, zumeist im 18. Jahre, wird die obere Bodendecke mit der Hacke abgeschält, die Rasenstücke ꝛc. werden gewendet und getrocknet, auf kleine Haufen gesetzt und zu Asche verbrannt („Schmoden"). Nachdem die Asche im nächsten Herbst ausgebreitet und per Hektar 2,2 hl Roggen gesäet worden sind, wird die Saat mittels des „Hainhachs" (ein leichter Pflug ohne Räder, der den Boden nur aufkratzt, aber nicht wendet) untergebracht. Nach der Kornernte im August des folgenden Jahres verbleibt der Schlag lediglich der Holzerzeugung. Aber schon nach dem dritten Jahre werden die Schläge hie und da mit Schafen betrieben und ins sechste Blatt wird allgemein Rindvieh eingetrieben.

Bernhardt berechnet den Ertrag der Fruchtnutzung wie folgt:

Bruttoertrag 1960 Pfd. Körner, 100 Pfd. 8,6 M. . .	169 M.
3920 Pfd. Stroh, 100 Pfd. 2 M.	78 „
	247 M.
Kosten:	
Hacken, 29 Tage à 2 M.	58 M.
Rasenbrennen, 20 Tage à 1,8 Mark	36 „
Auswerfen der Asche, Aussaat ꝛc., 10 Tage à 1,6 M. .	16 „
Einhaachen, 3 Gespannstage à 4 M.	12 „
274 Pfd. Saatkorn, 100 Pfd. à 8,6 M.	24 „
Schneiden und Aufmachen des Korns, 98 Reuter à 20 Pfd., per Reuter 40 Pf.	39 „
Binden und Einfahren	12 „
Dreschen, 31 Tage à 1,4 M.	43 „
Zusammen . .	240 M.

Es bleibt somit bei den sehr ungünstigen Verhältnissen — kaltgründiger und träger, aus Schiefer und Grauwacke entstandener Lehmboden mit meist flacher Nährschicht in ziemlich rauhem Gebirgsklima mit kurzer, durch Spätfröste im Frühjahr und Frühfröste im Herbst gestörter Vegetationsperiode — immer noch ein Reinertrag übrig. Der Fruchtbau als solcher ist nur lohnend, wenn überschüssige Arbeitskräfte vorhanden sind, die auf dem Eigentum des kleinen Waldbesitzers oder auf dem Pachtfeld Verwendung finden können. Aber vom forstwirtschaftlichen Standpunkt aus ist selbst diese einmalige Fruchtnutzung zwischen Niederwaldstöcken zu begünstigen, forsttechnisch zu regeln und auf Verbannung der Waldweide hinzuwirken.

Vierzehnter Abschnitt.

Die Aufgaben und die bisherigen Leistungen des forstlichen Versuchswesens.

Nachdem Johann Christian Hundeshagen 1826 die Forststatik, d. h. die Abwägung des Kraftaufwands bei den forsttechnischen Maßnahmen mit dem Erfolg, als besonderen Lehrzweig des Forstfachs vorgeschlagen hatte, richtete 1845 Karl Heyer an die Versammlung der süddeutschen Forstwirte in Darmstadt einen „Aufruf zur Bildung eines Vereins für forststatische Untersuchungen“. Im Auftrag dieser Versammlung verfaßte Karl Heyer 1846 eine „Anleitung zu forststatischen Untersuchungen“, welche nicht nur die Wege zur Erforschung der Waldertragsverhältnisse darstellte, sondern auch das Messen, Wägen und Rechnen in andere Gebiete des Forstbetriebs (Kulturwesen, Wert der Produkte, Holzernte und Holzveredelung, Holzverbrauch der Bevölkerung u. s. w.) einzubürgern versuchte. Die Mahnungen Karl Heyers blieben fast 30 Jahre lang ohne Wirkung. Erst 1872 konstituierte sich der Verein der forstlichen Versuchsanstalten Deutschlands, nachdem im Jahre 1868 ein auf Anregung der Wiener Versammlung deutscher Land- und Forstwirte in Regensburg zusammengetretenes Komitee die Gegenstände der Untersuchung wiederholt bezeichnet und in naturwissenschaftlicher Richtung wesentlich erweitert hatte. Seit 11 Jahren haben die forstlichen Versuchsanstalten eine anerkennenswerte Thätigkeit entwickelt, die wir in diesem Abschnitt genauer kennen lernen und den Zielpunkten, deren Anbahnung die vorstehenden Abschnitte gewidmet sind, gegenüberstellen werden.

Aber zuvor möchte ich ein ernstes Mahnwort an die Fachgenossen richten, die gleich dem Verfasser berufen sind, durch praktische Thätigkeit den herrlichen deutschen Wald zu pflegen und gleichzeitig den ansehnlichen Teil des Volksvermögens, der in demselben ruht, zur intensivsten volkswirtschaftlichen Leistungskraft emporzuführen.

Man kann nicht leugnen, daß die praktischen Forstwirte in ihrer Mehrzahl der exakten Forschung auf dem Gebiete des Waldbaues mit einer gewissen Abneigung gegenüberstehen. Vor allem die älteren Fachgenossen werden noch beeinflußt von der Nachwirkung der Pfeilschen Lehren, die viele Jahrzehnte lang tonangebend waren. Zwar hat die Befragung der Bäume und Holzbestände, wie wir überall gesehen haben, nur taube Früchte gezeitigt. Aber trotzdem haben sich diese Pfeilschen Irrlehren zu der Generalregel verdichtet: „alles zu seiner Zeit und am rechten Ort.“ Wer will verkennen, daß diese Mahnung berechtigt ist? Aber was haben wir seit Hartigs und Cottas Zeiten gethan, um die Standortsverschiedenheiten nach den charakteristischen Ursachen und Wirkungen in Gruppen zu bringen und hierauf festzustellen: Wann und wo findet jedes wählbare Wirtschaftsverfahren seine rechte Zeit und seinen rechten Ort?

Es war, wie es mir scheint, ein verhängnisvoller Irrtum, zu glauben, daß die Fortbildung des Waldbaues auf die exakte, komparative Forschung verzichten könne. Unbewiesene Meinungen sind in der Forstlitteratur des 19. Jahrhunderts aufgewirbelt, wie die Flugsandkörner, die der Seesturm auf die Dünen wirft — wir haben die Früchte kennen gelernt, die auf diesem sterilen Boden gewachsen sind. Wenn die Forstwirte in gleicher Weise in der Zukunft fortschreiten wollen, wie man auf anderen Gebieten der menschlichen Erkenntnis in unserem mächtig aufstrebenden Jahrhundert bereits fortgeschritten ist, so haben sie sicherlich zu würdigen, daß auch die Waldproduktion gewissen Naturgesetzen unterliegt und daß die Fundamentalbedingung für den Fortschritt in der technischen Benutzung der Naturkräfte die Erforschung dieser Gesetze und ihrer Wirkungen ist.

Nationalökonomen und hochstehende Verwaltungsbeamte, die sich über den Stand des Forstwesens am Ende des 18. Jahrhunderts

und über den heutigen Stand genau unterrichtet hatten, haben an den Verfasser schon mehrfach, wenn die Universitätsbildung, sociale Stellung 2c. der Forstwirte diskutiert wurde, die Fragen gerichtet: „welche hervorragende Errungenschaften kann der Fortschritt auf dem Gebiete des Forstwesens seit etwa 100 Jahren für sich in Anspruch nehmen? Man verjüngt die Laubholzwälder, so viel wir sehen, ebenso durch Vorbereitungs=, Besamungs= und Auslichtungsschläge, wie in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Man säet noch ebenso in Riefen, Platten oder breitwürfig, wie zu Hartigs Zeiten und G. L. Hartig hat schon das Einsetzen kleiner und großer Pflanzen mit und ohne Ballen umständlich beschrieben. Die Forstwirte verjüngen die Holzgattungen noch immer ohne planmäßige Auswahl, je nachdem sich diese Gattungen örtlich vorfinden und wählen nur für verarmte Böden Nadelhölzer, namentlich Kiefern — genau, wie im 18. Jahrhundert. Wissen die Forstwirte nicht, daß die Holzgattungen gründlich verschieden im Höhe= und Dickewuchs und namentlich nach der Holzgüte sind? Hat man die Leistungsfähigkeit der Waldbäume hinsichtlich der Produktion der größten Gebrauchswerte genau festgestellt und hierauf die Holzzucht geregelt, namentlich die dauerhaftesten und tragkräftigsten und dabei relativ schnellwüchsigsten Waldbäume angebaut? Die Holzbestände werden bis zur Erntezeit, so viel man sieht, ebenso dicht gedrängt und ohne Schlußunterbrechung erzogen, wie zur Zeit, als man aus dem Femelwalde in den Schlagbetrieb überging. Und was die Zänkereien über die Umtriebszeit betrifft, so ist die Verdoppelung, Verdreifachung, sogar Verzehnfachung der Rente doch wohl märchenhafter Natur, denn man würde offenbar in der Wirklichkeit doppelte, dreifache 2c. Jahreshiebe führen und das Holz verschleudern müssen; der Hieb würde bald Stangenhölzer vorfinden und die Waldrente fast Null werden. Die Forstwirte hatten in vorderster Reihe brauchbare, nach Dauer und Tragkraft hervorragende Nutzholzstämme und zwar selbstverständlich mit einer Schaftlänge und Schaftstärke, welche sie zum Häuserbau, zur Gewinnung von Brettern 2c. verwendbar macht, dem inländischen Konsum darzubieten. Haben die Forstwirte diese Holzarten und Schaftformen kennen gelernt und die Produktion derselben zielbewußt erstrebt? In 80 Jahren erwachsen Waldbäume von ansehnlicher Schaftstärke.

Sind dieselben in den heutigen Waldungen, welche die Forsttechnik größtenteils erzogen hat, vorhanden? Die schönen Nutzholzstämme, welche die heut lebenden Forstwirte verwerten, sind nicht in den modernen, gleichwüchsigen, dicht geschlossenen Hochwaldbeständen, vielmehr in den Femelwaldungen früherer Jahrhunderte aufgewachsen. Der gesteigerte Konsum von starken Nutzhölzern im Inland mußte seine Zuflucht zum Ausland nehmen. Und schließlich zweifeln die Forstwirte ja selbst, ob ihre Kunst die Feuerprobe bestehen wird — sie befürworten neuerdings den Rückzug in die Pläntерwaldungen der Vorzeit! Wo sind die nennenswerten Fortschritte auf dem Gebiete des Forstwesens zu finden und wie sind sie beschaffen? Hat man etwa die planmäßige Untermischung der Holzgattungen, die einzelne Forstschriftsteller empfohlen haben, allgemein eingebürgert? Oder ist der Mittel- oder Niederwaldbetrieb wesentlich verbessert worden?"

Die Leser, welche die Fortsetzung der herkömmlichen Bewirtschaftungsart nach Maßgabe der Oertlichkeit verteidigen, mögen die bahnbrechenden Errungenschaften, welche der Entwicklung der Forstwirtschaft im 19. Jahrhundert einen unvergänglichen Ruhmeskranz verleihen, namhaft machen — ich habe dies nicht vermocht.

Ich habe nicht gewagt, die Verbreitung der Jährlingspflanzung namentlich in Norddeutschland hervorzuheben, denn Georg Ludwig Hartig hat dieselbe eingebürgert. Ich habe auch nicht gewagt, die Eichenzucht im Buchenwalde hervorzuheben, denn G. L. Hartig beschreibt genau, wie man die Eichennachzucht im Buchenwalde durch vorhergehende Lichtungen bewirkt. Ich habe ebensowenig versucht, die Verjüngung in schmalen Saumschlägen als einen grundlegenden Fortschritt darzustellen, denn Georg Ludwig Hartig hat die Verjüngung der Fichte in schmalen Streifen und die Anlage und Fortsetzung derselben an Bergwänden genau angegeben. Ich habe ferner nicht gewagt, die Manteuffelsche Hügelpflanzung zu nennen, weil dieselbe vom Nachfolger in der Bewirtschaftung des Kolditzer Bezirks nur ausnahmsweise fortgesetzt und im großen durch die Löcherpflanzung mit dem Bohrer ersetzt worden ist. Ich konnte ebensowenig die Verwendung verschiedenartiger Kulturwerkzeuge hervorheben, weil zumeist große Pflanzen in Löcher mit der Hacke versetzt werden, wie vor 100 Jahren. Und was endlich die Er-

ziehung der Pflanzen in Saat- und Pflanzbeeten, betrifft, so ist dieselbe, selbst die Verschulung, von G. L. Hartig eingehend geschildert worden. Wo sind sonach die bahnbrechenden Fortschritte im Verlauf des 19. Jahrhunderts zu finden und wie sind sie beschaffen?

Die gründliche Umschau, die wir in allen Zweigen des Waldbaues in den vorhergehenden Abschnitten gehalten haben, läßt weder Täuschungen, noch Beschönigungsversuche aufkommen. Nur der Forstwirt, der vorwärts strebt, wird in unserer Zeit würdig bleiben, die Farben des Waldes zu tragen. Die veralteten Gebräuche sind gründlich nach ihrer Leistungsfähigkeit für die heute maßgebenden volkswirtschaftlichen Anforderungen zu prüfen. Das planlose Tasten nach Gutdünken und Mutmaßung ist zu ersetzen durch scharfe Beweisführung, welche im Walde nur durch vergleichende Versuche beschafft werden kann. Die traditionellen Schulregeln sind baldmöglichst zu verdrängen durch zielbewußtes Streben in Gemäßheit der Produktionsgesetze, welche die Grundlage der rationellen Volkswirtschaft bilden.

Die umfassende und tiefgehende Bebauung des Gebiets der Forststatik ist für die Fortbildung des Waldbaues unerläßlich. Sie muß unaufhörlich die belebende Triebkraft dieses Fortschritts bilden. Die Erforschung der Naturgesetze des Waldbaues, die bereits tüchtigen Kräften anvertraut ist, muß dem forsttechnischen Versuchswesen stützend zur Seite stehen und umgekehrt.

Aber zu diesem Zweck ist eine Erweiterung der bisherigen Organisation des forstlichen Versuchswesens dringend notwendig. Es kann nicht genügen, wenn wenige Versuchsanstalten und kaum zwei Dutzend Menschen den Gang der Rohstofferzeugung im Kronenschluß auf kleinen Probeflächen, die mit einer außergewöhnlichen Vollkommenheit bestockt sind, festzustellen suchen und im übrigen auch ferner die bisherigen forstlichen Hilfsmittel (Formzahlen, Derbgehaltssätze der Raummeter 2c.) ergänzen und berichtigen, vielleicht auch hinsichtlich der Verbesserung der Saat- und Pflanzungsverfahren Ersprießliches leisten. Es ist vielmehr dringend notwendig, daß jeder Wirtschaftsbezirk mit einem dichten Netz vergleichungsfähiger Versuchsflächen durchzogen

wird. Alle wählbaren Verjüngungs- und Erziehungsmethoden, die verschiedenartigsten Bestockungsformen 2c. sind nach ihren abweichenden Ergebnissen dem Revierverwalter und Hilfspersonal vor die Augen zu führen und bei jeder Inspektion zu besichtigen und zu erörtern — selbstverständlich für alle charakteristischen Standortsverschiedenheiten. Die Anlage dieser Versuchsflächen, die Messung und Verarbeitung der Ergebnisse 2c. wird am zweckmäßigsten von einer besonderen Abteilung der obersten Forstbehörde geleitet und von Beamten derselben (möglichst durch zwei voneinander unabhängige Aufnahmen) vollzogen*).

Dieses engmaschige Netz ist für alle Waldgebiete Deutschlands mit gleichartigen Verhältnissen planmäßig nach den örtlichen Wirtschaftsaufgaben zu ordnen. Alle vergleichbaren Versuchsobjekte, die sich in den einzelnen Forstbezirken darbieten, sind sorgsam aufzusuchen. Es wird nicht schwer fallen, wenigstens für die wichtigsten Untersuchungsaufgaben vergleichungsfähige Probeflächen in allen Forstbezirken auszuwählen.

Ich will, zum Schlusse eilend, noch einige Blätter dem Versuch widmen, die wichtigsten Knotenpunkte für das genannte Netz zu bestimmen und von meinem Standpunkt aus zu erläutern. Ich muß dabei die bisherigen Arbeiten und die Arbeitspläne der forstlichen Versuchsanstalten Deutschlands darstellen, damit man erkennen kann, ob die Aufgaben, die sich die letzteren gestellt haben, in der Richtung der Zielpunkte liegen, deren Berechtigung in den vorhergehenden Abschnitten nachgewiesen worden ist. Man muß beurteilen können, wie weit diese Aufgaben erfüllt worden sind und was zu thun übrig bleibt.

---

*) Unter keinen Umständen darf man diese mühsamen und zeitraubenden Arbeiten den Revierverwaltern aufbürden. Junge, technisch vortrefflich geschulte Kräfte sind ja in fast allen deutschen Ländern zur Genüge vorhanden; diese instruktiven Versuche werden sie besser für ihre spätere verantwortungsreiche Thätigkeit vorbilden, wie Tabellenschreiben, Holznumerieren und Einfangen von Holzfrevlern.

I.

Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenkraft.

Die Erforschung der naturgesetzlichen Grundlagen des Waldbaues, die ich im zweiten Abschnitt (ad I bis III) erörtert habe, ist nicht Aufgabe des forsttechnischen Versuchswesens. Sie muß den Lehrern der forstlichen Bodenkunde an den Universitäten und Forstakademien überlassen bleiben.

Dagegen ist die praktische Wirkung der Bodenlockerung und des Bodenschutzholzes zu untersuchen.

1) Die Bodenlockerung hat die größte Bedeutung für den Verjüngungsbetrieb. Ich werde die verschiedenen Arten derselben und die Erforschung der Wirkung ad V erörtern.

Auf diesem Forschungsgebiet kann zweitens eine andere Untersuchung möglicherweise sehr wichtige Ergebnisse liefern. Die Streunutzung zehrt tiefgreifender, wie Borkenkäfer und Genossen, am Marke des Waldes. Das Wehegeschrei der Forstmänner ist bisher fast wirkungslos verhallt. Kann der Forstwirt die Schwächung der Produktionskraft des Waldbodens, welche die Hinwegnahme der Bodendecke bewirkt, mit überall anwendbaren Gegenmitteln paralysieren?

Man darf immerhin untersuchen, ob und wie weit die Bodenlockerung unmittelbar nach der Streunutzung (gründliches und allseitiges Kurzhacken durch die Streuempfänger) die nachteiligen Folgen des Streuentzugs, soweit dieselben auf Bodenaustrocknung und Verhärtung beruhen, auszugleichen vermag. Zu diesem Zweck sind für die wesentlichen Standortsverschiedenheiten Probeflächen in Stangenhölzern und angehenden Baumhölzern — nicht unter 1 ha Größe — auszuwählen. Sie sind in vier Teile zu teilen. Auf dem einen Teil bleibt die Streu liegen, auf dem anderen Teil wird die Streu jährlich entfernt und der Boden nicht bearbeitet, auf dem dritten Teil wird die Streu gleichfalls jährlich entfernt und der Boden kurzgehackt, auf dem vierten Teil wird der Boden mit der Streu jedes Jahr kurzgehackt, d. h. die letztere mit dem Boden gemischt.

Bei Beginn des Versuchs werden alle Stämme in 1,3 m

Bodenabstand genau kreuzweise (an Bergwänden nicht von unten oder oben, sondern von der Seite) gemessen, nachdem die genannte Höhe auf der Brust der Kluppenführer durch einen Kreidestrich markiert worden ist. Die Durchmesser werden doppelt angerufen und bei der Berechnung die Zahlen halbiert. Hierauf werden die Gipfelhöhen (etwa 10 %) mit dem Faustmannschen Spiegelhypsometer gemessen. Die Berechnung erfolgt nach den Formzahlen (der bayrischen Massentafeln oder den Formzahlen, die von den Versuchsanstalten ermittelt worden sind). Wenn das mittlere Bestandsalter nicht bekannt ist, so ist dasselbe mittels Fällung von Probestämmen zu bestimmen. Diese Vermessung wird alle fünf Jahre wiederholt und die Ergebnisse werden veröffentlicht.

Der Verfasser hat seit 15 Jahren das Kurzhacken nach der Streunutzung (bis zum folgenden Frühjahr bei der Nutzung der Streu im Herbst zu vollziehen) mit etwa 6jährigem Turnus sowohl auf einem strengen, im Sommer austrocknenden Lehmboden, als auf lockerem Sandboden eingeführt und dadurch der Landwirtschaft in stroharmen Jahren eine ausgiebige Hilfe gewährt. In den Waldungen, in denen Streuberechtigungen nicht existieren, wurde die Streu (zumeist Laubstreu) unentgeltlich gegen die Verpflichtung, die gesamte angewiesene Fläche gründlich auf Hackenschlagtiefe zu lockern, abgegeben — zunächst in den bald zu verjüngenden Beständen, später selbst in Stangenhölzern. Nachteile sind nicht wahrzunehmen, vielmehr wachsen die Stämme auf den behackten Flächenteilen im Vergleich mit den Flächenteilen, auf denen die Streu liegen geblieben ist, sichtbar üppiger. Leider sind die anfänglich angelegten Probeflächen bei der Durchforstung aus Versehen nicht gesondert worden. Auf den neu angelegten Versuchsflächen, deren Holzwuchs ich in einigen Jahren mitteilen werde, ergab die Bodenuntersuchung im Hochsommer einen viel größeren Feuchtigkeitsgehalt der behackten Flächen im Vergleich mit dem mit Laub bedeckt gebliebenen Teil der Probefläche.

2) Bodenschutzholz.

Unter Buchen-, Eichen-, Fichten-, Kiefern- und Tannenbestände (Stangenhölzer und angehende Baumhölzer), die in verschiedener Stärke ausgelichtet worden sind, hat man auf möglichst nebeneinander zu legenden, nicht zu kleinen Probeflächen teils Buchen, teils Hainbuchen, teils Fichten, teils Tannen und teils Weymouthskiefern anzubauen — in der Regel durch Pflanzung und mit dichtem Stand der Pflanzen, etwa 0,6—0,8 m. Nach der Einpflanzung und nach Verlauf von fünf Jahren wird die Höhe der Schutzholzbestockung gemessen und die Ausbildung derselben beschrieben.

Gleichzeitig wird der zu schützende Bestand vor der Einpflanzung und hierauf alle fünf Jahre in der ad 1 angegebenen Weise genau vermessen.

II.

Untersuchungen über die Rohstoff- und die Nutzholzproduktion der Holzarten.

Diese Ermittelungen haben das Schwergewicht in die genaue Feststellung des Nutzholzertrags zu legen. Man hat erstens die anbaufähigen Waldbäume hinsichtlich des Nutzholzertrags, den dieselben bei der örtlichen Bodenbeschaffenheit und den Güteklassen des Bodens liefern, zu vergleichen (die Fichte mit der Kiefer und Eiche u. s. w). Man hat zweitens den Massen- und Nutzholzertrag zu ermitteln, den die Fichte, Kiefer 2c. im 60., 70., 80. . . . Jahre bei gleicher Bodengüte hervorbringt, weil hiernach sowohl die Wahl der Holzarten für die Nachzucht, als die Erntezeit zu regeln ist.

1) Vergleichung der Waldbäume nach der Rohmasse- und Nutzholzproduktion bei gleicher Standortsbeschaffenheit.

Schon im vierten Abschnitt habe ich den Gang der Untersuchung angedeutet (cf. S. 89). Ich habe vorgeschlagen, die Massenproduktion der Kiefer als Maßstab für die Fixierung der Standortsklassen zu wählen und zu ermitteln, welche Rohmasse die Fichte, Lärche, Tanne, Eiche 2c. auf denjenigen Standorten per Jahr und Hektar produziert, auf denen die Kiefer 3, 4, 5 . . . Festmeter Jahreszuwachs hervorbringt. Die weit verbreitete Kiefer wird sich für diese Bemessung der Standortsgüte besonders gut eignen (mit Ausnahme der Gebirge, wo die Fichte an die Stelle der Kiefer treten kann).

Bei dem Mangel planmäßiger Versuchsflächen, deren Anlage überall unterblieben zu sein scheint, ist man auf die sorgsame Aufsuchung der Buchen-, Eichen-, Kiefern-, Fichten-, Tannen- 2c. -Bestände beschränkt, die nebeneinander auf gleichem Standort im Kronenschluß aufgewachsen sind und unter Abrechnung der (zu vermessenden) größeren Blößen und Lücken eine mittlere Beschaffenheit haben. Finden sich in diesen Beständen vergleichbare Teile, nur mit kleiner Fläche, so sind dieselben als ständige Probeflächen

dauernd zu bezeichnen. Aber überall ist, wenn irgend möglich, der Holzertrag größerer Bestände zu vergleichen, nachdem abnorm bestockte Flächenteile ausgeschieden und außergewöhnliche Blößen und Lücken vermessen worden sind (siehe unten).

Die Bestände werden auf unterdrücktes Holz durchforstet und das Durchforstungsholz aufgearbeitet (Nutzholz kubisch vermessen). Hierauf werden die Durchmesser und Höhen der Probeflächen in der ad I. angegebenen Weise ermittelt. Für die einzelnen Stärkeklassen werden geeignete Probestämme im angrenzenden Bestand gefällt und wie das Probeholz großer Bestände (s. u.) behandelt. In den größeren Beständen werden dagegen nur die Durchmesser (abwechselnd in der Richtung OW. und NS.) gemessen und Probestämme nach dem Draudt-Urichschen Verfahren innerhalb der Bestände gefällt. Nachdem das Alter durch Zählen der Jahrringe auf dem unteren Abschnitt (durch den Wurzelknoten) für jeden Probestamm soweit als möglich festgestellt worden ist, werden die Blochholz- und Bauholzabschnitte der Nutzholzstämme nach den von der obersten Forstbehörde festgesetzten Dimensionen (Zopfstärke ꝛc.) vermessen. Das Brennholz wird aufgearbeitet und nach Raummetern verbucht.

Diese Ermittelungen werden vielfach mit den Untersuchungen ad 2 verbunden werden können. Werden sie über größere Waldgebiete verbreitet, so wird man bald mit genügender Sicherheit zu sagen vermögen, wie sich der Jahreszuwachs der örtlich anbauwürdigen Holzarten bei gleicher Standortsgüte (für die nach der Jahresproduktion der Kiefer im 80. oder 100. Jahr bestimmten Standortsklassen) gegenseitig verhält, wenn diese Holzarten im Kronenschluß aufwachsen.

Die Vergleichung der Wachstumsleistungen freiwüchsiger Stämme geschieht am zweckmäßigsten nach dem Verfahren, welches wir ad 2 bei der Sektion der Weiserstämme besprechen werden.

2) Feststellung des Wachstumsganges der Holzgattungen in Hochwaldbeständen mit gleicher Standortsbeschaffenheit.

Hierauf ist zweitens der Wachstumsgang der in geschlossenen Beständen aufwachsenden Kiefern, Eichen, Fichten, Tannen, Lärchen ꝛc. während der Wachstumsperioden vom angehenden Baumholzalter bis zu den Erntezeiten, die man bisher eingehalten hat, zu ermitteln.

Ständige Versuchsflächen sind nur in Baden und auch hier erst vor 48 Jahren erstmals angelegt worden. Es ist selbstver-

ständlich Obliegenheit des forstlichen Versuchswesens, in allen Forstbezirken vergleichungsfähige Flächen, möglichst nebeneinander, mit Fichten-, Kiefern-, Lärchen, Eichen-, Tannen 2c. -Beständen in verschiedener, aber stets vergleichbarer Weise zu begründen, zu erziehen und etwa alle 5 Jahre zu messen. Aber es würde ein sehr langer Zeitraum verstreichen, bis man zuverlässige und benutzbare Richtpunkte gewinnt, und solange darf die rationelle Regelung des Waldbaues nicht verzögert werden.

Bei dieser Sachlage muß man die „Resultate der verflossenen Produktion" zu messen und zu vergleichen suchen. Wenn es gelingt, die regelmäßig beschaffenen 120jährigen, 100jährigen . . . 60jährigen Bestände, die gleicher Standortsgüte entstammen, in den gleichartigen Produktionsgebieten Deutschlands zusammenzusuchen und die Holzmasse derselben genau zu messen, so wird man den Wachstumsgang geschlossener Hochwaldbestände mit hinlänglicher Sicherheit zu beurteilen vermögen. Und wenn man diese regelmäßig beschaffenen 60, 80 . . . jährigen Bestände auf allen Gütestufen des Bodens findet, hier Fichten oder Tannen und dort Kiefern oder Buchen u. s. w., so wird man nicht nur örtliche Ertragstafeln für die Kiefernklassen 2, 3 . . . und die korrespondierenden Fichten-, Buchen-, Tannen 2c. -Klassen, sondern voraussichtlich auch allgemeine Ertragstafeln — wenn auch mit Ausscheidung besonderer Produktionsgebiete, z. B. Hochgebirge, Küstengegenden, zähe, graswüchsige Böden 2c. — aufzustellen vermögen.

a. Die Bestandsbonitierung nach dem Wachstumsgang älterer Musterbestände (Weiserstammverfahren).

Bei der genannten Untersuchung tritt der Umstand störend in den Weg, daß die alten Bestände und die jüngeren, vergleichungsfähigen Bestände nicht unter gleichen Verhältnissen erwachsen sind. Die jetzt (1884) 120jährigen Bestände sind 1764 begründet worden und zu dieser Zeit hat man vielleicht noch nicht so sorgsam gelichtet und nachgehauen wie 1824, dem Geburtsjahr der jetzt 60jährigen Stämme. Die Bestände hatten ferner bis zur ersten Durchforstung teils dichten, teils lockeren Kronenschluß. Später sind dieselben zwar sämtlich im vollen Kronenschluß erwachsen, man hat überall lediglich die Stangen und Stämme entfernt, die im Daseinskampfe funktionsunfähig geworden waren und das Wachstum der domi-

nierenden Stämme, welche obgesiegt hatten, nicht mehr beeinflussen konnten. Allein der ursprünglich dichte Pflanzenstand erzeugt eine große Zahl schwacher Stangen, dagegen der lockere Pflanzenstand stärkere und weniger zahlreiche Stangen. Es ist möglich, daß sich die Nachwirkungen im Holzwuchs bis hinein in das höhere Stangen- und angehende Baumholzalter geltend machen. Es war, falls man die Produktionskraft des Bodens täuschungsfrei erkennen und vergleichen wollte, die Einwirkung des Dichtigkeitsgrads möglichst zu eliminieren.

Man erkennt ohne tiefere Ueberlegung, daß diese Einwirkung in den haubaren, den angehend haubaren Beständen, und den stärkeren Stangenhölzern (die lediglich Versuchsobjekte bilden) am stärksten die schwachen Stämme, die sich in den untersten Stärkeklassen finden, getroffen haben wird — abgesehen von den Stämmen, die bereits früher durch die Zwischennutzungen ausgeschieden worden sind, wird sich die Wirkung zumeist erstrecken auf die größere oder geringere Produktion der Stämme, die in den mustergültigen Altholzbeständen diesen untersten Klassen angehören. Die Stämme, die größtenteils auf Lücken und Lichtungen der früheren Femelwaldungen und späteren Besamungsschläge erwachsen sind und alsbald ihre Kronen emporgehalten haben über den Kampfraum, werden in ihrer Massenproduktion relativ am wenigsten durch die verschiedene Dauer und Intensität dieses Unterdrückungskampfes gefördert oder beeinträchtigt worden sein. Nur ein Bruchteil dieser herrschenden vorgewachsenen Stämme kann bedrängt worden sein von ähnlich hohen und ähnlich kräftigen Rivalen.

Wenn auf zwei Standorten mit unbekannter Produktionskraft hier 120jährige und dort 80jährige Fichten oder Buchen oder Eichen (und zwar jeweils einige hundert Stück per Hektar) gefunden werden, die vorwüchsig, etwa in einer bodenschirmenden Grundbestockung, aufgewachsen sind, wie Oberständer im Mittelwalde, wenn ferner die 80jährigen Stämme im Mittel dieselbe Höhe und dieselbe Grundstärke besitzen, welche die 120jährigen Stämme durchschnittlich im 80. Jahre hatten, so wird niemand bezweifeln, daß beide Bestände gleicher Produktionskraft entstammen. Hat aber im geschlossenen Hochwald der Nebenbestand in den unteren Höhenschichten keinen tiefgreifenden Einfluß auf den Höhenwuchs und die

Kronenausbreitung der vorgewachsenen Stämme ausgeübt, so lassen sich offenbar die zu gleicher Standortsklasse gehörigen Bestände herausfinden, indem man eine ähnliche Vergleichung vornimmt.

Die älteren Normalbestände, die bei dieser Vergleichung zu Grunde gelegt werden, hat Theodor Hartig „Weiserbestände" und die dominierenden Stämme derselben „Weiserstämme" genannt. Theodor Hartig untersuchte, welche Höhe und welchen Durchmesser die Stämme des alten Weiserbestandes in früheren Altersperioden erlangt hatten und suchte die jüngeren Bestände auf, die nach Stärke und Höhe ihrer vorgewachsenen Stämme derselben Produktionskraft entstammen. Nach der Gesamtmasse, welche die in dieser Weise zusammengesuchten Bestände jeweils für das gefundene mittlere Alter hatten, konstruirte Th. Hartig Buchen- und Fichtenertragstafeln.

Gegen die Ermittelungsart Theodor Hartigs im speciellen kann man indessen Bedenken geltend machen. In dem zu Grunde liegenden Normalbestande (Weiserbestand) wurde die gesamte Stammzahl (also mit den schwächeren Stammklassen) auf ihren Zuwachsgang untersucht und als Wegweiser für die Aufsuchung der zur Einreihung passenden Bestände benutzt, während es jedenfalls sicherer sein wird, lediglich die stärksten Stämme und eine bestimmte Zahl derselben per Hektar zu benutzen.

Ueberdies hat Th. Hartig auch in den jüngeren Beständen alle Stammklassen zur Vergleichung beigezogen. Die dominierenden Stämme der 120jährigen Bestände, die Hartig untersuchte, sind aber sicherlich größtenteils, wenn nicht sämtlich aus den stärksten Stammklassen hervorgegangen, während die schwächeren Stämme fast sämtlich den Zwischennutzungen anheimgefallen sein werden.

Wenn z. B. in einem 100jährigen Weiserbestand 450 Stämme per Hektar vorhanden waren, so bildete Theodor Hartig etwa vier Klassen mit 150, 125, 100 und 75 Stämmen. Er fand hierauf, daß diese Stammklassen beispielsweise 16, 24, 27, 32 cm Durchmesser und 17, 19, 21, 24 m Höhe im 60. Jahre hatten. Hartig betrachtete hierauf die passend erscheinenden 60jährigen Bestände. Dieselben haben eine viel größere Stammzahl, z. B. im Mittel 1800 Stück per Hektar. Hartig teilte diese 1800 Stämme wieder in vier Klassen mit je 450 Stämmen. Die 450 Stämme der obersten Klasse stehen aber fast niemals dicht zusammen, sie stehen vielmehr in mehr oder minder regelmäßiger Verteilung zwischen dem schwächeren Holze. Und somit ist es wahrscheinlich, daß die im 120. Jahr dominierenden 450 Stämme größtenteils aus den 450 Stämmen der obersten Klasse hervorgegangen sind.

Theodor Hartig untersuchte dagegen, ob der 60jährige Bestand die Stammzahlen der Klassen des Weiserbestands und die für das 60jährige Alter gefundenen Durchmesser (32, 27, 24, 16 cm wie oben) und Höhen (24, 21, 19, 17 m) in

den zugehörigen Klassen — 150 in der ersten, 125 in der zweiten u. s. f. — hatte. Er sagt: „Enthält der gefundene Ort außer den überschüssigen, geringeren Stämmen auch in jeder der obigen Stammklassen eine größere Stammzahl, wie dies größtenteils der Fall sein wird" (sonach von der gesuchten Länge und Stärke), „so schadet dies seiner Qualität als Glied der Vielbestandstabelle nicht."

Bei dieser Vergleichungsart ist, wie es mir scheint, die Gefahr nicht ausgeschlossen, daß als jüngere Glieder der Ertragstafel Bestände ermittelt werden, die nicht der Wachstumsklasse des Weiserbestands, vielmehr einer höheren Gütestufe des Bodens entstammen.

Robert Hartig hat die Verfahrungsart seines Vaters fortgesetzt und näher erläutert.

Derselbe versichert zwar, daß bei der Vergleichung vorzugsweise die ersten Stammklassen des jungen Bestands ins Auge zu fassen seien. Aber es sei zu berücksichtigen, daß der erste Klassenstamm des jungen Bestands für eine viel größere Stammzahl berechnet sei, wie der erste Klassenstamm des Weiserbestands. „Das Gesamtbild, welches die Klassenstämme des Weiserbestands in jeder früheren Altersklasse gewähren, ist es, welches in Vergleich gestellt wird besonders mit den ersten Klassen eines jungen Bestands." Nach den Erfahrungen des Verfassers wird der Eindruck, den das Gesamtbild auf das Auge macht, ein sehr trügerischer Wegweiser sein.

Schon vor 20 Jahren hat der Verfasser, ohne Kenntnis des Hartigschen Verfahrens, eine ähnliche Methode gewählt, um die Bestände, die zu einer Ertragsklasse gehörten, zusammenzusuchen (Buchen- und Kiefernbestände im südlichen Odenwald). Jedoch hat der Verfasser überall die Massenproduktion einer bestimmten Zahl der stärksten Stämme — z. B. 200 Stück per Hektar — bestimmt und den Wachstumsgang dieser permanenten Stammzahl als Wegweiser bei der Aufsuchung der Bonitätsklassen benutzt (per Hektar aus den stärksten Stammklassen ausgeschieden).

Zunächst wurde in den alten Musterbeständen für diese permanente Stammzahl der Mittelstamm berechnet. Eine möglichst große Zahl von Probestämmen — nicht unter zehn — wurde sorgsam ausgewählt, gefällt, das Alter ermittelt, und hierauf die Höhe und die Brusthöhengrundfläche für 60-, 70-, 80-, 90-, 100 . . . . jährige Alter untersucht. Die Berechnung der Masse geschah mit Anwendung der bayrischen Formzahlen. Hierdurch wurde die zeitraubende Messung der jetzigen und früheren Form der Baumschäfte in allen Höhenschichten der Stämme, welche Th. und R. Hartig vollzogen haben, umgangen und die Untersuchung einer großen Zahl von Versuchsstämmen ermöglicht. Diejenigen regelrecht geschlossenen jüngeren Bestände, welche mit der genannten, permanenten Zahl der stärksten Stämme die gleiche Massenproduktion erreicht hatten, wie der

Weiserbestand im gleichen Alter, wurden mit ihrer Gesamtmasse (ertl. Durchforstungsholz) als jüngere Glieder der Ertragstafel eingereiht.

Obgleich die Beschaffenheit der Hochwaldbestände im Odenwalde keineswegs regelmäßig zu nennen war, so lieferte doch dieses Ermittelungsverfahren zuverlässige Ergebnisse: alle Wachstumskurven hatten ähnlichen und adäquaten Verlauf. Waren bei der Sichtung des Materials jüngere, unvollkommene (z. B. im Kronenschluß unterbrochene) Bestände vorsichtshalber in eine tiefer stehende Klasse, als dem Weiserzuwachs entsprochen haben würde, eingeschätzt worden, so trat eine auffallende Erscheinung zu Tage: Der Zuwachs der Weiserstämme war größer wie der gesamte Zuwachs des Vollbestands.

Ich vermutete schon damals, daß der Zuwachs der Stämme mit eingeengten, eingeklemmten Kronen sehr unbeträchtlich sein werde. Trifft diese Vermutung zu, so ist nicht zu verkennen, daß die Untersuchung der Massenproduktion wesentlich erleichtert werden könnte. Man hätte fast lediglich den Zuwachsgang der vorgewachsenen, stärksten Stammklassen, die zur Erntezeit noch vorhanden sein werden, zu beachten; man würde den überwiegend größten Teil der Massenproduktion im Baumholzalter durch die Analyse des Weiserbestands (resp. der Weiserstämme) direkt bestimmen können.

Inzwischen habe ich diese Frage weiter untersucht. Aus den Ertragsuntersuchungen von Theodor Hartig, Robert Hartig, Weise &c. geht hervor, daß der Zuwachs des Zwischennutzungsvorrats sehr unbeträchtlich und kaum beachtenswert ist (cf. S. 201—205). Wir haben auch gesehen, daß sich dieses überraschende Verhalten der dominierenden und eingeengten Stämme selbst auf den scharf durchforsteten Probeflächen in Sachsen wiederholt (cf. S. 500).

Wenn indessen die intelligenten sächsischen Berufsgenossen, und namentlich der verdienstvolle Kunze, von diesem seltsamen Resultat ihrer Durchforstungsversuche überrascht sein sollten, so wird es ihnen Trost gewähren, daß sie sich in guter Gesellschaft befinden.

Robert Hartig ermittelte im Harz auf tiefgründigem Thonschiefer (zweite Standortsklasse, unterer Neunhagen) den Zuwachsgang der Rotbuche, indem er die im 85. Jahr vorhandenen dominierenden Stämme (736 Stück per Hektar) genau nach ihren Zuwachsleistungen untersuchte, die jüngeren, gleicher Ertragsklasse angehörigen Bestände aufsuchte, die Durchforstungserträge ermittelte und hierauf eine Ertragstafel aufstellte (cf. S. 204). Für die Wachstumsperiode vom 50. bis 85. Jahr ergibt sich jedoch folgendes:

Wachstums-periode.	Zuwachs der Haubarkeits-stämme des Weiserbestands an Schaftholz.	Zuwachs des Vollbestands inkl. Reisig und inkl. der Vornutzungen.
Jahr.	Festmeter per Hektar.	Festmeter per Hektar.
50.—60.	60,7	124,0
60.—70.	80,9	80,7
70.—85.	126,0	100,2

Vom 60. Jahr an scheinen sonach auch hier die Stämme des Zwischen-nutzungsvorrats eingetrocknet zu sein, d. h. wahrscheinlich gehört der 65jährige Bestand, der für die Ertragstafel benutzt worden ist, einer etwas höheren Er-tragsklasse an.

Ferner hat Wimmenauer (Lich) das Verfahren des Verfassers angewendet, um den Zuwachsgang von Buchenbeständen zu ermitteln. Wimmenauer hat in-dessen nicht einen Teil der Stammzahl der haubaren Bestände (etwa die Hälfte der Stammzahl per Hektar), sondern die gesamte Stammzahl der haubaren Bestände in den jüngeren Beständen (d. h. in den vorgewachsenen Stamm-klassen der letzteren) zur Vergleichung gezogen. Wimmenauer konnte nur eine kleine Zahl von Buchenbeständen (27 Probeflächen) untersuchen. Er fand da-bei einen nicht ganz regelmäßigen Verlauf der Zuwachsbeträge, welche er der Unvollkommenheit des Materials und namentlich der sprungweisen Zunahme der Formzahlen im Haubarkeitsalter zuschreibt. Auch konnte derselbe die Zwischen-nutzungserträge der Probebestände nicht genau ermitteln und mußte aus ander-weiten Erfahrungen schließen, daß in jeder Altersklasse 40 bis 46% des am bleibenden Bestande erfolgenden Zuwachses den Durchforstungen anheim-fallen.

Wenn das ebengenannte Gesetz, nach welchem der Gesamtzuwachs der Be-stände (inkl. Durchforstungsertrag) vom 60.—120. Jahr hauptsächlich von den Stämmen des Haubarkeitsbestands geliefert wird, richtig ist, so muß sich dieses Gesetz auch in den Wimmenauerschen Untersuchungen ausgesprochen haben. Ver-gleicht man den Gesamtzuwachs (unter Einrechnung von 46% des periodischen Zuwachses für Durchforstungsertrag, obgleich dieser Ertrag nur zum geringsten Teile — 36 und nahezu 50% — Zuwachs der Durchforstungsstämme ist) nicht nur mit dem Zuwachs der von einer Altersperiode zur andern den Haubarkeits-vollbestand bildenden Holzmasse, sondern auch mit dem Zuwachs der Weiserstämme (also der im 100. Jahre übrig bleibenden Stämme), so ergibt sich das folgende interessante Verhalten:

Jahr.	Erste Standortsklasse.		
	Gesamtzuwachs (inkl. Zwischennutzungsertrag).	Zuwachs der der 600 stärksten Stämme.	Haubarkeitszuwachs des Vollbestands.
50.—60.	101	67	69
60.—70.	101	75	69
70.—80.	95	79	65
80.—90.	86	88	59
90.—100.	74	97	51

Festmeter per Hektar.

Vom 80. Jahre an ist sonach der Zuwachs der 600 Stämme, die im 100. Jahre verbleiben, größer als der Gesamtzuwachs des Vollbestands mit Durchforstungsertrag, was bei richtiger Wahl der Versuchsbestände unmöglich sein würde. Entweder ist der Durchforstungszuwachs vom 80.—100. Jahre größer, als angenommen wurde, oder die jüngeren Bestände sind zu massenreich für die Bonität des Weiserbestands gewählt worden.

Für die zweite Standortsklasse ergibt die Vergleichung ein ähnliches Ergebnis für das 90.—110. Jahr:

Jahr.	Gesamtzuwachs inkl. Zwischennutzungsertrag.	Zuwachs der 720 stärksten Stämme.	Haubarkeitszuwachs des Vollbestands.
50.—60.	72	46	49
60.—70.	77	53	53
70.—80.	77	55	53
80.—90.	72	61	49
90.—100.	62	66	43
100.—110.	54	76	38

Festmeter per Hektar.

Man sieht, in welcher vorzüglichen Weise die Aufstellung der Massenertragstafeln durch die Untersuchung des Wachstumsganges der Weiserbestände kontrolliert wird.

b. Die Untersuchungsmethode der forstlichen Versuchsanstalten.

Mit den Verfahrungsarten, welche vorstehend in kurzen Zügen

geschildert worden sind, kontrastieren die Untersuchungsmethoden der forstlichen Versuchsanstalten in schriller Weise. Statt die bereits betretenen Forschungswege weiter zu verfolgen und erst dann, wenn sich diese Wege als irrtümlich oder unzugänglich erwiesen, neue verbesserte Verfahren an die Stelle zu setzen, glaubte man, gestützt auf ein viel reichhaltigeres Untersuchungsmaterial, einfachere Untersuchungsmethoden einhalten zu dürfen.

Zuerst wollte man den Mittelstamm der haubaren Bestände und dessen Höhenzuwachs als Leitstern für die Bonitierung voranstellen. Die Höhe desselben in früheren Altersperioden sollte mit der Höhe des Mittelstammes in den jüngeren Beständen zur Vergleichung kommen. Aber offenbar ist der Mittelstamm eines 120jährigen Bestandes aus den stärksten oder wenigstens stärkeren Stammklassen des 90jährigen Bestandes hervorgegangen, und war demgemäß im 90. Jahre in der Regel höher, als der Mittelstamm des 90jährigen Bestands — das sieht man ja auf den ersten Blick.

Hiernach hat die württembergische Versuchsanstalt einen einfachen Weg eingeschlagen, um in den zahlreichen Massenaufnahmen, deren graphische Darstellung ein wirres Durcheinander von Punkten ꝛc. liefert, diejenigen Punkte, die gleicher Standortsgüte angehören, zu erkennen und zu verbinden. Wenn die Holzmassen sämtlicher Versuchsflächen eines Landes als Ordinaten auf die nach dem Alter eingeteilte Abscissenlinie aufgetragen worden sind, so soll man entlang der oberen und entlang der unteren Grenze dieser graphischen Darstellung zwei Striche ziehen — bald etwas über, bald etwas unter den Randpunkten — und hierauf die Fläche zwischen den Strichen in fünf gleichbreite Streifen teilen. Innerhalb dieser Streifen gestalten sich allerdings die Massenpunkte sehr unregelmäßig. Aber man denkt sich, „frei von zeitraubenden Künsteleien“, einzelne Punkte in die einzelnen lichten Stellen und zieht mitten durch die einzelnen Streifen Linien, welche die mittleren Ertragskurven vorstellen sollen.

Professor von Baur hat dieses Verfahren gewählt, weil die eben erörterten Weiserstammmethoden nach seiner Ansicht Bestände, die in sehr verschiedener Weise begründet und erzogen worden sind, zu einer Wachstumsklasse zusammenfassen. Aber durch den Baurschen Verbesserungsversuch ist, wie ich fürchte, die Ermittelung der Wachstumsgesetze des Waldes vor allem in dieser Richtung keineswegs besser fundamentiert worden.

Jede Ertragsuntersuchung hat, wie gesagt, in erster Linie die Aufgabe, zunächst Bestände mit gleicher Standortsgüte zu einer Ertragstafel zu vereinigen und bei der Aufsuchung der gleichen Produktionskraft den Einfluß des Bestandsdichtigkeitsgrades auf den Massen- und Wertzuwachs möglichst zu eliminieren. Dieser Aufgabe genügen, wie wir gesehen haben, die Weisermethoden in der erreichbar schärfsten Weise.

Baur beanstandet, daß immerhin Bestände, die in verschiedener Art begründet und durchforstet worden sind, zu einer Ertragstafel vereinigt werden.

Er will die Schattenseiten möglichst unschädlich machen und benutzt hierzu die oben geschilderte Streifeneinteilung (nicht die Bonitierung der Bestände nach der mittleren Gipfelhöhe, wie man annehmen könnte). Während die Weisermethoden die Standortsgüte nach den Produktionsleistungen der vorgewachsenen Stammklassen beurteilen und sonach die Einwirkung der verschiedenartigen Begründung und Erziehung möglichst ausscheiden wollten, bringt Baur die Wirkung der gerügten Schattenseiten im erhöhten Maße zum Ausdruck und verzichtet auf jede Ausscheidung dieser Wirkung, ohne zu untersuchen, ob dieselbe möglich ist. Das neue Verfahren vermengt bei Aufsuchung der gleichen Standortsgüte eng- und weitständig begründete, früh, oft und vorgreifend und spät, zögernd und schwach durchforstete, dicht und licht erwachsene Bestände ohne jegliche Ausscheidung. Wenn der behauptete hervorragende Einfluß der Begründungs- und Schlagräumungsart, der Bestandsdichte &c. auf den Wachstumsgang der geschlossenen Bestände in der That existiert, so würde ja ein kongruenter Zuwachsgang für ganz heterogene Zuwachsfaktoren, der im Walde gar nicht existieren kann, bestimmt werden. Die Baurschen Kurven sind nichts weiter als Produkte der Streifeneinteilung auf dem Millimeterpapier, die als einzigen Anhaltspunkt das Gutdünken hat. Ich will nicht behaupten, daß diese Zuwachskurven in allen Fällen unrichtig sind; bei reichhaltigem Material ist es möglich, daß in allen Standortsklassen und in allen Altersperioden normale Bestände gleichmäßig durch die Untersuchung getroffen worden sind. Aber die Erforschung der Wachstumsgesetze unserer Holzbestände darf sicherlich auf derartige glückliche Zufälligkeiten nicht aufgebaut werden. Bei dem gewählten Verfahren ist der Gang der sämtlichen Zuwachskurven davon abhängig, wie die oberen und die unteren Eingrenzungslinien gezogen werden und die Lage und der Verlauf dieser Eingrenzungslinien wechselt beständig mit dem Untersuchungsmaterial. Betrachten wir beispielsweise die obersten Massenpunkte der ersten Standortsklasse. Es würde ein seltener Zufall sein, wenn in den sämtlichen Altersstufen nicht nur gleich dichte Bestände, sondern auch alle Bonitätsverschiedenheiten mit einer gleichen Zahl von Aufnahmen vertreten sein würden. Wenn aber die Aufnahmen in 50 bis 60jährigen Beständen vorherrschend die beste Bonität der später gebildeten ersten Klasse getroffen, dagegen die Aufnahmen in den 100—120jährigen Altersklassen keine Bestände in der ersten Klasse gefunden haben, dagegen die gefundenen Bestände, thatsächlich dem Wachstumsgang der (Baurschen) zweiten Klasse angehörten, so wird sich der Streifen und die Mittelkurve sehr stark krümmen. Man würde vielleicht eine viel zu frühe Kulmination des Durchschnittszuwachses als allgemeines Wachstumsgesetz verkünden. Da aber die Streifen für die 2., 3. Klasse u. s. f. dem obersten Streifen adäquat gezogen werden, so würde sich der Irrtum durch alle Kurven fortpflanzen.

Baur wollte indessen, wie es scheint, noch einen Schritt weiter gehen. Er hat gefunden, daß die Bestände auf besseren Böden, wenn man die Mittelhöhe derselben mit den gleichalterigen Beständen auf schlechterem Boden vergleicht, in der Regel auch im Höhenwuchs hervorragen. Man kann, so meint Baur, die gesamte Bestandsbonitierung ungemein vereinfachen. „Die mittlere Bestandshöhe ist nicht nur ein sehr zuverlässiger, sondern auch der einfachste Weiser für die

Beurteilung der Standortsgüte." Wenn brauchbare Ertragstafeln nach diesem Weiser angefertigt worden sind, so würde man in Normalbeständen nur die mittlere Bestandshöhe zu messen haben, um den späteren Massenertrag kennen zu lernen.

Wenn die mittlere Bestandshöhe der einfachste und zuverlässigste Weiser für die Beurteilung der Standortsgüte sein würde, so würde man denselben auch zur Aufsuchung der Normalbestände, die zu gleicher Wachstumsklasse gehören, benutzen können*).

Leider ist die Sachlage nicht so einfach. Sicherlich sind in der Regel die zuwachsreichsten Bestände auch am höchsten hinaufgewachsen; die Höhen werden sich im großen und ganzen bei der graphischen Darstellung ähnlich gruppieren, wie die Massen. Aber es ist ebensowenig zu bezweifeln, daß der Dichtigkeitsgrad der Bestände einen stark hervortretenden Einfluß auf die mittlere Bestandshöhe hat. Nach den Untersuchungen des Verfassers sind die Stämme, welche im Mittelwalde nach dem Abtrieb des Unterholzes freiwüchsig wurden, bei gleicher Bodengüte und gleichem Alter durchschnittlich 2—3 m höher, als die mittlere Höhe geschlossener Bestände beträgt. Schon vor 20 Jahren hat der Verfasser versucht, die Bestände nach der Gipfelhöhe in Wachstumsklassen zu sondern, fand aber infolge der verschiedenen Bestandsdichte nicht die sicheren Anhaltspunkte, um den Wachstumskurven (die sich ja in allen Fällen, wenn man sich die fehlenden Punkte hineindenken will, ziehen lassen) Glaubwürdigkeit beilegen zu können. Der Verfasser ging deshalb zu den oben geschilderten Verfahren über. Der Höhenwuchs ist in der That ein sehr trügerischer Maßstab für die Standortsgüte. Auf die Entwicklung desselben hat von den vielen Faktoren, welche den Holzwuchs bewirken, hauptsächlich die Tiefgründigkeit in Verbindung mit der Lockerheit im Untergrund hervorragenden Einfluß. Man findet sehr oft auf sehr kräftigen, aber von Felsen unterlagerten Granit- und Gneißböden einen sehr guten Holz-, aber keinen hervorragenden Höhenwuchs. Die Stämme haben hier durch einen stärkeren Zuwachs des Umfangs ersetzt, was sie an der Länge eingebüßt haben. Auf tiefgründigem Sand mit weitaus geringerer Produktionskraft tritt das Gegenteil ein — die Stämme sind sehr lang, aber sie haben einen schwachen Holzkörper. Beim Weiserstammverfahren erkennt man häufig, daß Bestände, die einen sehr verschiedenen Höhenwuchs haben, zu einer Ertragsklasse gehören, wenn

*) Baur hat diesen Weg, wie es scheint, anfänglich (bei der Fichte) versucht, später aber (bei der Rotbuche) wieder verlassen. Er bestimmt hier die Bestände, die er zu gleicher Ertragsklasse zusammenfassen will, durch die oben genannte Streifeneinteilung. Hierauf trägt er die Höhen zusammen, welche in jeden Streifen fallen und zieht eine mittlere Kurve. Sonach bleiben die Höhen bei der Zusammenfassung der Bestände zu Ertragsklassen außer Wirksamkeit. Es ist nicht ganz klar, welchen Zweck Baur im Auge hatte. Die Praxis kann die Höhenkurven nicht benutzen, weil sich dieselben lediglich auf kleine, ausgesuchte Musterflächen beziehen.

man den sehr wesentlichen Teil der Gesamtproduktion, der sich im Weiserbestand aufgelagert hat, zur Vergleichung bringt.

Weshalb soll unter den Faktoren, welche den Wuchs geschlossener Bestände beeinflussen, in vorderster Reihe die mittlere Gipfelhöhe als der zuverlässigste Weiser für die Beurteilung der Standortsgüte zu Grunde gelegt werden? Im Hinblick auf die Untersuchungen, die wir bezüglich der Einwirkung der Bestandsdichte auf die Massenproduktion in mehreren Abschnitten kennen gelernt haben, liegt die Frage nahe, ob der mittlere Durchmesser der Bestände vielleicht einen ebenso scharfen Weiser für die Standortsgüte gewährt, wie der Höhenwuchs, wenn auch selbstverständlich keinen gleich scharfen Maßstab, wie das Weiserstammverfahren.

In der That kann man fast bei jeder Ertragsuntersuchung nachweisen, daß nicht nur die Stammzahlen und Stammgrundflächen, sondern selbst in gewissen Grenzen (wenn sich bei größeren Untersuchungen die eben genannten Extreme ausgleichen), die mittleren Bestandshöhen und endlich (was entscheidend ist) die Zuwachsleistungen auf allen Standortsklassen und in allen Altersklassen lediglich Funktionen der Brusthöhenstärke des Mittelstammes sind. Die Zusammenstellung des reichhaltigen Materials, welches Baur mitgeteilt hat, ergibt gleichfalls diese Abhängigkeit der Stammzahlen, der Bestandshöhen und der Zuwachsbeträge vom mittleren Brusthöhendurchmesser, wie die Vergleichung der 50—100jährigen Bestände auf S. 554 zeigt.

Aber auch diese Klassifikation nach dem Durchmesser würde sichere Ergebnisse nicht geliefert haben. Die geschlossenen Holzbestände entwickeln sich, wie wir im sechsten, zehnten, zwölften und in diesem Abschnitt wiederholt gesehen haben, nach eigenartigen Gesetzen; die Produktionsleistungen der stärkeren Stammklassen, die bis zum höheren Alter dominierend bleiben, sind für die Untersuchung der Wachstumsleistungen dieser geschlossenen Bestände in erster Linie beachtenswert.

Ich habe deshalb vorläufig keine Veranlassung, bei den unten folgenden Vorschlägen die Grundlage des von mir schon früher befürworteten Verfahrens zu verlassen, und andere, bessere Verfahren an die Stelle zu setzen (wozu ich im Interesse des Fortschritts gerne bereit sein würde). Wenn das oft erwähnte Verhalten der vorwachsenden Stämme bestätigt wird, so kann hoffentlich das wertvolle und reichhaltige Material, welches die Versuchsanstalten — vor allem Baur, Kunze, Weise und Lorey — mit dankenswertem Fleiße beigebracht haben, nach diesen Gesichtspunkten gesichtet und neu bearbeitet werden, wenn man auch einige Weiserstammfällungen in der Nähe der Versuchsflächen zu Hilfe rufen muß*). Aber bei der Vermessung der Probestämme sollte die ge-

*) Allerdings wird hierbei die Einteilung in Stammstärkeklassen mit gleicher Stammzahl, wobei die Stammzahl der Klassen von den älteren zu jüngeren Beständen fast progressiv fortschreitet, störend sein.

	Mittlerer Brusthöhendurchmesser.						
	6—10 cm	11—15 cm	16—20 cm	21—25 cm	26—30 cm	31—35 cm	36—40 cm
I. Stammzahl per Hektar:							
Fichtenbestände . .	—	2720	1660	1140	890	653	511
Buchenbestände .	—	1820	1200	842	639	—	—
II. Mittlere Bestandshöhe, m.							
Fichtenbestände .	—	15,3	19,5	22,5	25,6	29,8	32,4
Buchenbestände .	—	15,1	19,3	23,0	26,6	—	—
III. Mittlerer Haubarkeits-Durchschnittszuwachs, Festmeter p. Hektar:							
51—60j. Fichtenbestände	—	8,88	9,69	11,12	—	—	—
61—70j. "	—	6,38	8,55	9,16	9,13*	—	—
71—80j. "	—	—	8,07	10,64*	9,17*	9,35*	10,72*
81—90j. "	—	—	—	8,03	8,20*	9,74	10,79*
91—100j. "	—	—	—	—	9,36*	8,24*	9,54*
51—60j. Buchenbestände	3,13	4,11	5,81	5,28*	—	—	—
61—70j. "	—	3,94	5,13	5,80*	—	—	—
71—80j. "	—	2,64	4,60	6,08	—	—	—
81—90j. "	—	—	4,16	5,45	5,40*	—	—
91—100j. "	—	—	3,66	4,99	5,96	—	—

sonderte Aufnahme des Nutzholzanteils nicht unterlassen und für die Zopfstärke allgemein gültige Normen vom Verein der forstlichen Versuchsanstalten festgesetzt werden. Für die Fortbildung der Forstwirtschaft hat offenbar die Ermittelung des Ganges und der Gipfelung des Massenzuwachses — zumal auf kleinen, außergewöhnlich und vollkommen bestockten Probeflächen — keinen erkennbaren Zweck. Denn es ist völlig nutzlos zu wissen, in welchem Bestandsalter die Rohmassenproduktion den höchsten Jahresertrag gewährt u. s. w. — zumal in kleinen Musterbeständchen, die im jüngeren Holze 0,25 ha selten erreichen. Man kann auch durch diese Ertragstafeln die vielfach noch übliche Veranschlagung des Massenertrags nicht besser

*) Nur ein oder zwei Probeflächen aufgenommen, deshalb nicht maßgebend.

fundamentieren, denn der Zuwachsgang dieser kleinen Normalbestände ist, wie überall vorausgesetzt wird, von dem Zuwachsgang großer Bestände wesentlich verschieden.

Lorey hat neuerdings (1884) das Verfahren des Verfassers zur Ermittelung des Zuwachsganges der Weißtanne benutzt. Derselbe hat die 200 stärksten Stämme per Hektar und gleichzeitig die sämtlichen Stämme der Musterbestände als Weiserstämme benutzt. Das Material ist, wie Lorey beklagt, unvollkommen; allein die Weiserkurven verlaufen so vollkommen regelmäßig unter sich und im Vergleich mit den Massenzuwachskurven der Vollbestände, daß Lorey zu dem Ausspruch kommt: Bei einer verhältnismäßig nicht sehr großen Zahl von Aufnahmeflächen sei ein gleich sicheres Mittel, als die Analyse von Weiserstämmen nicht gegeben.

Schuberg war bemüht, den Einfluß der (namentlich mit der Höhenlage wechselnden) Stammzahl zu bestimmen, ist jedoch zu abschließenden Resultaten bis jetzt nicht gelangt.

c. Vorschläge für die zukünftige Ermittelung der Wachstumsleistungen.

Bei dem eigenartigen Verhalten der Stammklassen im Hinblick auf die Massenproduktion ist der Weg zur Erforschung der Wachstumsgesetze unserer Waldbäume klar vorgezeichnet. Es hat für die vernunftgemäßen Zwecke dieser Untersuchung nur untergeordneten Wert zu wissen, wie sich die Holzmassenproduktion der schwachen Stämme, die den Durchforstungen anheimfallen oder bei einer frühen Erntezeit der Holzbestände kaum Nutzholz liefern werden, von Jahrzehnt zu Jahrzehnt — im letzteren Falle etwa von der 60jährigen bis zur 80jährigen Umtriebszeit — gestaltet. Vielmehr ist in vorderster Reihe die Frage zu beantworten, welchen Nutzholzertrag die leistungsfähigsten Stämme, die im Haubarkeitsalter, noch vorhanden sind, im 60., 70., 80. . . . . 120. Jahr liefern werden.

Für die im Kronenschluß aufgewachsenen und aufwachsenden Bestände hat man in den höheren Altersklassen der Fichten-, Kiefern-, Buchenbestockung rc. Musterbestände für die örtlichen Standortsverschiedenheiten auszuwählen. Man hat hierbei kleine, normal bestockte Versuchsflächen auszusuchen, aber auch gleichzeitig größere Bestände, wie sie dem Mittel der im großen erreichbaren Bestockung entsprechen.

Nachdem die Probeflächen vermessen worden sind (in größeren Beständen nach Abzug der beträchtlichen Blößen und Löcher, deren Größe man mit der

Meßlatte oder durch Schrittmessung bestimmen kann, jedenfalls genau schätzen muß, werden dieselben genau kluppiert, die Höhe der Stammklassen gemessen und die Masse der einzelnen Stärkestufen sowohl nach Formzahlen berechnet, als nach dem Draudt-Urich'schen Verfahren ermittelt. (Die Probestämme werden bei kleinen Normalflächen im angrenzenden Bestande gefällt.) Bei der Vermessung der Probestämme ist die Ermittelung des Bloch- und Bauholzanteils niemals zu versäumen. Die Feststellung der normalen Dimensionen werde ich ad 3 erörtern. Schon vorher kann die Länge bis 18, 20, 22, 24, 26 cm Zopfstärke und die Abstufung der Durchmesser per Längenmeter notiert werden. (Die Berechnung nach Formzahlen geschieht zur Kontrolle des Probestammverfahrens, welches in der Regel maßgebend bleiben wird.)

Hierauf erfolgt die Ermittelung der Wachstumsgesetze in zwei Richtungen. Zunächst ist die Aufgabe zu lösen, die Standortsklasse festzustellen — Richtpunkte zu gewinnen, nach denen man die zu der gleichen Wachstumsklasse gehörigen jüngeren Bestände aufsuchen kann.

Um in dieser Richtung sicher zu gehen, hat man in vorderster Reihe lediglich die Hälfte der gesamten Stammzahl per Hektar — und zwar die stärksten Stämme — gesondert zu behandeln.

Für diese Hälfte (etwa 200—250 Stück per Hektar) wird der Mittelstamm[*]) berechnet. Man läßt eine genügende Zahl Probestämme — nicht unter zehn — mit dem berechneten oder einem annähernd gleichen Brusthöhendurchmesser und mittlerer Höhe fällen, ermittelt das Alter, läßt dieselben auf Brusthöhe und von oben herab durchschneiden, bestimmt auf den Scheiben die Stammgrundflächen im 60-, 70-, 80 . . . jährigen Alter, ferner auf den oberen Abschnitt die Gipfelhöhe im gleichen Alter. Wenn der Schaft zu Nutzholz brauchbar ist, so wird die Länge bis etwa 18 . . . . 26 cm Zopfstärke (wegen Feststellung des Bloch- und Bauholzprozentes) notiert.

Die Holzmasse wird nach Formzahlen für das gegenwärtige und das 60, 70, 80 . . . jährige Alter berechnet. (Bei kleinen Probeflächen werden entsprechende Stämme im angrenzenden Bestande ausgewählt.)

Hierauf wird der „Weiserzuwachs“ von Jahrzehnt zu Jahrzehnt festgestellt. Da hierbei wieder der Zuwachs an Bloch- und Bauholz in vorderster Reihe zu bestimmen ist, so wird dieser Nutzholzgehalt der Weiserstämme im früheren Alter unter Anwendung der ad VI erörterten Nutzholzprozenttafeln, welche die erforderlichen Angaben für die verschiedenen Stärke- und Höheklassen der Wald-

---

[*]) Es ist noch näher zu untersuchen, ob Stärkeklassen im Weiserbestand zu bilden und hierfür Mittelstämme zu fällen sind. Ich habe in dieser Richtung keine genügenden Erfahrungen.

bäume enthalten, ermittelt oder nach den örtlichen Vermessungen bestimmt. Die Weiserstämme werden in der Regel einen sehr hohen Jahreszuwachs per Hektar produziert haben und es wird ohne weiteres klar werden, daß der größte Teil des gesamten Wertzuwachses, welchen die mustergültigen Altholzbestände vom 60., 70. ... Jahre bis zu ihrem jetzigen Alter erzeugt haben, durch dieses Sektionsverfahren unmittelbar gemessen worden ist.

Es handelt sich in der Hauptsache nur noch um die Ergänzung der Ertragstafel hinsichtlich der Masse und des Wertes der dominierenden Stämme im 60, 70 ...... jährigen Bestandsalter. Zu diesem Zweck ist zu ermitteln, welche Stammzahl und welche Masse der Musterbestand im 60., 70. ... Jahre außer diesen 200 oder 250 Weiserstämmen per Hektar hatte. Da die Masse, welche diese „Ergänzungsstämme" des Musterbestands in der Vergangenheit hatten, nicht bekannt ist, so muß man vergleichungsfähige Bestände aufsuchen und hier die Masse der Ergänzungsstämme ermitteln.

Den Wegweiser zur Aufsuchung der entsprechenden, vergleichungsfähigen Bestände bilden die Weiserstämme, d. h. die Masse der vorgewachsenen 200 oder 250 Stämme per Hektar im 60., 70. ... Jahr. Findet man Bestände, die für diese permanente Stammzahl ähnlichen Durchmesser, ähnliche Höhe oder selbst nur annähernd gleiche Holzmasse haben, wie die Weiserstämme, so ist es nicht nur wahrscheinlich, daß diese vorgewachsenen Stämme bis zum Alter der Weiserstämme denselben Zuwachs haben werden, wie die letzteren; es ist auch wahrscheinlich, daß der Musterbestand in den Ergänzungsstämmen eine gleiche Masse hatte, als die vergleichungsfähigen Flächen.

Das Verfahren zur Ermittelung der vergleichungsfähigen Weiserstämme ist einfach. Nachdem die jüngeren, regelmäßigen Bestände und Versuchsflächen und zwar sämtliche Stämme kluppiert worden sind, die Gipfelhöhe der Stärkeklassen bestimmt worden ist, folgt die Ermittelung der Masse durch Fällung von Probestämmen. Hierauf wird der Mittelstamm für die gleiche (permanente) Stammzahl per Hektar, wie im Musterbestand, nach Höhe, Brusthöhendurchmesser und Masse festgestellt. Man erkennt hiernach, zu welchem Musterbestand und zu welcher Wachstumsklasse die jüngere Bestockung gehört. Der Bloch- und Bauholzgehalt wird, auch wenn die ad VI zu besprechende Prozenttafel nicht vorliegt, mit hinlänglicher Genauigkeit der Vermessung der Probestämme entnommen werden können.

Zieht man hierauf die Masse der vergleichungsfähigen Weiserstämme von

der Gesamtmasse der dominierenden Stämme im 60-, 70 . . . jährigen Alter ab, so findet man die Masse der Ergänzungsstämme, die teilweise den Zwischennutzungen anheimfallen und teilweise die Nebenbestockung des Musterbestands bilden. Unter den Vorräten, welche die vergleichungsfähigen Bestände in den Ergänzungsstämmen haben, wird hierauf Musterung nach Maßgabe der mehr oder minder großen Stammzahl gehalten und womöglich Bestände mit einem mittleren Dichtigkeitsgrad zu Grunde gelegt oder Klassen ausgeschieden.

Mit diesen Untersuchungen wird man, wie gesagt, dem Ziel, der Ermittelung des Nutzholzzuwachses, in der Regel sehr nahe rücken. Wenn es möglich wäre, den Nutzholzertrag dieser Ergänzungsstämme bei den Zwischennutzungen genau zu bemessen, so würde man die Nutzholzertragstafel für die betreffende Standortsklasse anfertigen können. Denn der Zuwachsgang derjenigen Ergänzungsstämme, die im Musterbestand neben dem Weiserbestand noch vorhanden sind, läßt sich ja direkt messen und die Vermehrung des Nutzholzvorrats bestimmen.

Obgleich der Nutzholzzuwachs der Ergänzungsstämme nicht schwer in die Wagschale fallen, vielmehr vielleicht nur wenige Prozente betragen wird, so ist doch noch vielfach, zumal in Buchenbeständen, auch die Vermehrung des Brennholzvorrats der Ergänzungsstämme durch den Zuwachs beachtenswert. Man erreicht durch die zweite Untersuchungsmethode, das Kontrolleverfahren, eine Ergänzung der ersten Aufnahme, welche es gestattet, den Gesamtzuwachs der Bestände für die gebildeten Standortsklassen und zwar inkl. Durchforstungsertrag annähernd genau darzustellen.

Dieses Kontrolle- und Ergänzungsverfahren soll zunächst den Zuwachsgang der sämtlichen Stämme des Musterbestands vom 60-, 70 . . . jährigen Alter bis zum Alter dieses Musterbestands ermitteln und zugleich die erste Aufnahme, namentlich hinsichtlich der Auswahl der Probestämme kontrollieren. (Es ist deshalb das Kontrolleverfahren nicht von denselben Beauftragten der obersten Forstbehörde, die die Massenaufnahme und die Ermittelung der Weiserstämme vollzogen haben, durchzuführen.)

Beim Kontrolleverfahren wird der Mittelstamm für die gesamte Zahl der dominierenden Stämme des Musterbestands berechnet. Man läßt eine genügende Anzahl von Probestämmen fällen und behandelt diese Kontrollestämme in der gleichen Weise, wie die Weiserstämme. Nach den Ergebnissen der Holzmassenaufnahme, welche für die vergleichungsfähigen Bestände vorliegen, wird

hierauf berechnet, welche mittlere Gipfelhöhe, mittlerer Durchmesser und mittlere Masse dieselbe Stammzahl in den vergleichungsfähigen Beständen hat. Genau mit dem ersten Bonitierungsverfahren übereinstimmende Resultate werden sich hierbei selten ergeben, weil dieselben bei diesen Kontrolleuntersuchungen durch die größere oder geringere Zahl der beherrschten Stämme wesentlich beeinflußt werden. Entscheidend für die Frage, ob die erste Aufnahme genügend zuverlässige Ergebnisse geliefert hat oder zu wiederholen ist, wird jedoch stets die Feststellung des Nutzholzzuwachses sein, weil der letztere den Wertertrag beherrscht. Ergeben sich hierbei keine beträchtlichen Differenzen, so wird der Wertzuwachsgang, dessen Feststellung der vorherrschende Zweck des ganzen Verfahrens ist, als ausreichend richtig bestimmt erachtet werden können.

Zur Vervollständigung der Ertragstafeln kann man nunmehr ermitteln, welche Ergänzungsstammzahl ungefähr in den 60-, 80jährigen Beständen die mittlere sein wird. Man kann nach der ausgeschiedenen Stammzahl den Durchforstungsertrag zwischen dem 60. und 70., 70. und 80. Jahr . . . annähernd genau veranschlagen. Dabei ist als Regel anzunehmen, daß die verbliebenen Stämme zumeist den stärksten Klassen der 60-, 70jährigen Bestockung angehört haben. Ist diese Stammzahl, d. h. die in der Nebenbestockung des Weiserbestands und der 70-, 80 . . . jährigen Bestände noch vorfindliche Stammzahl in den stärksten Stammklassen der 60-, 70jährigen Bestände abgezählt und die Masse derselben berechnet worden, so wird sich in der Regel ergeben, daß für die verbleibenden Stämme besten Falls ein sehr minimaler Zuwachs übrig bleibt, wenn man die örtlichen Durchforstungserträge vergleicht. Liefern die letzteren beträchtlich mehr, so sind die Ursachen aufzuklären.

Erst durch jahrelang fortgesetzte Untersuchungen werden sich die Divergenzen, die zuerst überall hervortreten werden, aufklären lassen. Aber man darf nicht vergessen, daß nur wesentliche Verschiedenheiten im Nutzholzzuwachs schwer in die Wagschale fallen. Die Abweichungen hinsichtlich der Massenzunahme, soweit dieselbe vorherrschend Brennholz liefert, haben keine ausschlaggebende Bedeutung.

Wenn diese Ermittelung auch alle örtlichen Standortsverschiedenheiten, soweit dafür in größeren Waldgebieten mit gleichartigen Verhältnissen Repräsentanten im Holzwuchs des geschlossenen Hochwalds zu finden sind, ausgedehnt werden, so wird man hoffentlich — trotz der unausbleiblichen Mißerfolge im Anfang der Untersuchung — in wenigen Jahren über die Wachstumsgesetze des deutschen Waldes und vor allem über die Ausbildung der Nutzholzstämme in diesen geschlossenen Beständen mit genügender Zuverlässigkeit unterrichtet werden. Man wird für den Holzwuchs der Kiefer, Fichte, Eiche, Tanne ꝛc. und die oben charakterisierte

Bildung der Standortsklassen hinlänglich sichere Ertragstafeln und namentlich Nutzholztafeln aufzustellen vermögen, feste Anhaltspunkte für die Wahl der Holzarten, die Bemessung der Erntezeiten rc. gewinnen.

Während die kleinen, ständigen Versuchsflächen in den besten Teilen der Bestockung den erreichbaren Zuwachs für besonders günstige Verhältnisse (normal beschaffene Pflanzbestände rc.) angeben, ersieht man zugleich, in welchem Verhältnis der unter den gewöhnlichen Wachstumsverhältnissen erreichbare Massen- und Nutzholzertrag größerer Bestände herabgemindert wird.

Die einzelstehenden, stark gelichteten, freiwüchsigen Waldbäume behandelt man wie die Weiserstämme. Erfahrungsgemäß liefert nur die Ermittelung des Zuwachsganges an ein und denselben Stämmen zuverlässige Resultate — nicht die Vergleichung einer Mehrzahl von jüngeren Stämmen mit einer Mehrzahl von älteren Stämmen. Wenn mehrere freiwüchsige Stämme zusammenstehen und lockeren Kronenschluß bilden, so ist die Messung derselben und der überschirmten Fläche nicht zu versäumen. Wir sind bis jetzt über den Wachsraum der einzelständigen Fichten, Tannen, Kiefern, Buchen und Eichen namentlich in den Jugendperioden ganz ungenügend unterrichtet.

Mit dieser Untersuchung der freiwüchsigen Stämme, die zumeist in Mittelwaldungen, auch in Stangenhölzern, die mit zahlreichen Oberhölzern durchstanden sind, ausgeführt werden wird, ist die Einwirkung der Beschattung auf den Ertrag des Unterholzes festzustellen, indem man den Zuwachs des letzteren ohne Oberholz und bei verschiedenen Beschattungsgraden des Oberholzes für die örtlich zu untersuchenden Standortsklassen ermittelt. Das Verfahren wird keiner Erläuterung bedürfen.

III.

Untersuchungen über die Gebrauchsfähigkeit der Holzarten und Nutzholzsorten.

Die Aufgabe dieser Untersuchung ist im vierten und sechsten Abschnitt erörtert worden.

Zunächst sind Untersuchungen über die Tragkraft, Dauer, überhaupt die technischen Eigenschaften der Hölzer erforderlich. Allein dieselben sind von den Lehrern der Forstbenutzung und Forsttechnologie vorzunehmen und haben uns hier nicht zu beschäftigen*).

Aber die Holzarten und Holzsorten, welche örtlich am meisten verwendet und begehrt werden, sind bei Feststellung der forsttechnischen Zielpunkte an erster Stelle zu berücksichtigen. Man muß die Dimensionen des Nutzholzes — des Grubenholzes, der Telegraphenstangen, des schwächeren und stärkeren Bauholzes, namentlich aber die im Absatzgebiet vorherrschend verbrauchten Brettersorten 2c. nach Breite und Länge u. s. w. — genau kennen lernen. Man hat deshalb den Nutzholzverbrauch im Absatzgebiet nicht nur zu analysieren, man hat auch das örtliche Preisverhältnis zwischen den einzelnen Nutzholzsorten unter sich und mit dem Scheitholz, Prügelholz und Reisholz festzustellen, und beim Niederwaldbetrieb die Rindenpreise (die allerdings in der Gegenwart in fragwürdiger Gestalt erscheinen) zu beachten.

Zuverlässige Anhaltspunkte wird indessen die deutsche Forstwirtschaft bezüglich der Nutzholzsorten, welche in Deutschland und den Exportländern dauernd konkurrenzfähig und marktgängig bleiben werden, nur mittels Untersuchung des Nutzholzmarktes durch die oberste Reichsbehörde oder die Finanzminister der Einzelstaaten erlangen können. In kurzer Zeit wird man, wenn zuverlässige Bauunternehmer, Sägewerksbesitzer, Holzhändler, Bergwerkstechniker, Besitzer von Parkett- und Eisenbahnwagenfabriken, Beamte der Eisenbahnwerkstätten, Zucker- und Cementfabrikanten u. s. w. gehört und Konsulatsberichte eingefordert werden, vortreffliche, voraussichtlich vollkommen befriedigende Richtpunkte erhalten, wie nach den Erfahrungen der Eisenbahnverwaltungen (mit dem ständigen Ausschuß der Verkehrsinteressenten) zu erwarten ist. Die dürftigen Anhaltspunkte, die ich im sechsten Abschnitt (S. 171) mitgeteilt habe, sind jedenfalls zu ergänzen, teilweise auch zu berichtigen.

---

*) An jeder forstlichen Lehranstalt sollte eine forsttechnische Werkstätte, wie bereits in Tübingen, eingerichtet werden.

IV.

Untersuchungen über die Erziehung der Holzbestände, die bisherige Durchforstung, den Kronenfreihieb und die Lichtungshiebe.

Zunächst ist in den 20—30jährigen Dickungen der Kronenfreihieb in der im siebenten Abschnitt (S. 249) dargestellten Art und Weise auf Probeflächen mit Aufarbeitung des Aushiebs und Vermessung der stehen bleibenden Stämme zu versuchen.

Wenn auch neben dieser Fläche ein Dickicht mit unzweifelhaft gleicher Beschaffenheit gefunden wird, so ist die Messung der Stämme auf diesen unberührt bleibenden Vergleichungsflächen immerhin rätlich, jedenfalls sind die Vergleichungsflächen zu begrenzen (mit Gräben an den Endpunkten) abzumessen und gegen Leseholzsammler durch Sammlung und Aufarbeitung der abgestorbenen oder umgebrochenen Gerten zu schützen. Das durch Winddruck, Schneebruch, Duftschaden 2c. anfallende Holz wird auf jeder Fläche genau aufgenommen und gesondert verbucht. Wenn auf der Fläche des Kronenfreihiebs die Kronen sich wieder nähern, so erfolgt die zweite Aufnahme derselben und gleichzeitig ist die Aufarbeitung des einengenden Gehölzes vorzunehmen. Die weitere Behandlung und die Messung der (auf unterdrücktes Holz) durchforsteten Vergleichungsfläche bedarf keiner Erläuterung.

In älteren, geschlossenen, aber widerstandskräftigen Stangenhölzern und angehenden Baumhölzern tritt der Lichtungshieb an die Stelle der Kronenfreihiebe, während die Vergleichungsflächen in gewöhnlicher Weise durchforstet werden. Der Lichtungshieb gibt den Stämmen auf den einzelnen Flächen eine verschiedene Stellung — für fünf-, zehn- und fünfzehnjährigen freien Wachsraum. Man wird diese Stellung selten genau treffen, die Stämme werden ihre Kronen früher oder später wieder einander nähern, man hat deshalb oft zu revidieren, sorgsam die Stämme mit eingeengten Kronen auch vor Ablauf der für die Lichtung angenommenen Periode entfernen zu lassen und das Ergebnis zu verbuchen.

Wenn die Lichtung so stark gegriffen ist, daß die Stellung des Bestands einem Besamungsschlage gleicht, so hat Unterbau in der Regel durch Pflanzung stattzufinden — auf einem Teil der Fläche Rotbuchen, auf dem andern Hainbuchen, auf dem dritten Fichten und auf dem vierten Tannen oder Weymouthskiefern. Fichten, Tannen, an geeigneten Stellen Kiefern und Lärchen

werden einzeln in richtiger Verteilung beigemischt. Die Kosten werden verbucht; bei den späteren Aushieben wird die Höhe der Pflanzen gemessen und die Beschaffenheit des Unterbaues beschrieben.

In gleicher Weise werden in die stärkeren Baumholzbestände Probeflächen mit Unterbau eingelegt und behandelt, wenn auch hier die Lichtung allmählich zur Verjüngung vorschreitet.

Ueberall werden selbstverständig vergleichungsfähige Flächen mit ähnlicher Größe angelegt, in gleicher Weise aufgenommen und wie bisher behandelt. Alle Probeflächen werden durch tiefe Eckgräben an den Winkelpunkten dauernd bezeichnet. Die Größe richtet sich nach der Bestandsbeschaffenheit; die Regel lautet: so groß als möglich. Die Vermessung der Durchmesser und Höhen und die Vermessung richtet sich nach dem oben ad I angegebenen Verfahren.

In Schälwaldungen werden Durchforstungsprobeflächen etwa im 12jährigen Alter des Eichenstockschlags angelegt und zwar mit verschiedenem Auslichtungsgrad. Das anfallende Holz wird aufgearbeitet, die Rinde gewogen. Beim Hieb wird das Holz- und Rindenergebnis auf den gelichteten Flächen dem Holz- und Rindenertrag der (unberührten) Vergleichungsfläche gegenüber gestellt.

Nach dem Unterholzhieb im Mittelwalde sucht man vergleichungsfähige oberholzreiche und oberholzarme, selbst oberholzfreie Flächen mit annähernd gleicher Unterholzbestockung zu gewinnen. Das Oberholz wird vermessen und beim nächsten Mittelwaldhieb der Oberholzzuwachs und Unterholzertrag (inkl. Laßraidel) gegenübergestellt.

Die Vorschriften hinsichtlich der Durchforstungsversuche, die von den forstlichen Versuchsanstalten vereinbart worden sind, habe ich schon oben (zwölfter Abschnitt, S. 515) erwähnt.

Der erste Grad der Durchforstung entfernt die abgestorbenen und absterbenden Stämme, der zweite Grad die unterdrückten Stämme, der dritte Grad die zurückbleibenden Stämme („welche an der Bildung des Bestandsschlusses noch teilnehmen, deren größter Kronendurchmesser aber tiefer liegt, als der größte Kronendurchmesser der dominierenden Stämme, die also gleichsam die zweite Etage bilden"). Die Durchforstungen sollen alle fünf Jahre bis zum 50jährigen Alter der Eichen-, Buchen-, Fichten- und Tannenbestände und bis zum 40jährigen Alter der Kiefern- und Weichholzbestände, später alle zehn Jahre wiederholt werden.

Die bayrische Instruktion definiert die starke Durchforstung dahin, daß die Zweigspitzen der Kronen nach der Durchforstung noch leicht ineinander greifen; hin und wieder können auch einzelne vorgewachsene Stämme da weggenommen werden, wo prädominierende Bäume zu gedrängt aufeinander stehen, um für die Zukunft eine möglichst gleiche Verteilung der Stämme zu bewirken.

Jedenfalls werden die forstlichen Versuchsanstalten zunächst zu untersuchen haben, ob das im sechsten und zwölften Abschnitt erörterte, eigenartige Verhalten der prädominierenden Stammklassen im Gegensatz zu den beherrschten und unterdrückten Stammklassen auch sonst Bestätigung findet.

Ich darf namentlich auf die Würdigung der sächsischen Versuchsergebnisse (S. 500) hinweisen. Unter allen Umständen wird ein vierter Durchforstungsgrad, vielleicht wie im östlichen Wesergebirge, in den Arbeitsplan aufzunehmen sein.

V.

Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit der Verjüngungsverfahren.

1) In jedem Besamungsschlage mit gutem Boden ist eine möglichst (nicht unter 2—3 ha) große Fläche durch Anpflanzung, teils mit unverschulten Saatschulpflanzen mittels des Pflanzbeils und ähnlicher Werkzeuge, teils mit verschulten Pflanzen in Löcher, künstlich zu verjüngen. Eine angrenzende, ähnlich große Fläche wird natürlich verjüngt. Auf beiden Flächen wird gleichzeitig der Schirmbestand aufgenommen, der Aushieb genau verbucht und die Aufnahme wiederholt, wenn der Nachwuchs auf der natürlich verjüngten Fläche 10= oder 15jährig geworden ist. Die Höhe desselben wird vergleichend gemessen und die Beschaffenheit beschrieben. Die Kosten der künstlichen Verjüngung (inkl. Pflanzenerziehung) werden verbucht.

2) Möglichst neben diesen Flächen wird eine annähernd gleich große Versuchsfläche kahl gehauen und in vier gleiche Teile abgetrennt. Der eine Teil wird mit Saatschulpflanzen mittels des Beils rc., der andere Teil mit verschulten Pflanzen in Löcher mittels der Hacke, der dritte Teil mit Ballenpflanzen mittels des Hohlbohrers oder Hohlspatens bepflanzt und der vierte Teil wird gründlich auf Hackenschlagtiefe kurz gehackt und hierauf mittels Beilpflanzung kultiviert. Ueberall ist die gleiche Pflanzenentfernung (etwa 1,0 oder 1,5 m Quadratverband) zu wählen. Die Kosten inkl.

Pflanzenerziehung werden getrennt verbucht, alle 5 Jahre wird die Höhe der Pflanzen gemessen und die Beschaffenheit (Eintritt des Schlusses ꝛc.) beschrieben. Die Dickichte wachsen mindestens bis zum 30jährigen Alter im Kronenschluß auf.

3) In haubaren Beständen auf trockenem Boden mit südlicher oder westlicher Lage (Fichten und Tannen in Windwurflagen ausgeschlossen) werden sechs Probeflächen neben einander angelegt und denselben die gleiche Besamungsschlagstellung gegeben. Die drei ersten Probeflächen werden in gleicher Weise bepflanzt, jedoch später im verschiedenen Grade gelichtet. Auf den drei letzten Flächen wird die natürliche Besamung erwartet und hierauf werden die Auslichtungsgrade, wie auf den drei ersten Flächen, gewählt. Die Messung des Schutzbestands und des Aufwuchses, die Verbuchung der Kosten geschieht in gleicher Weise, wie ad I (S. 539).

4) In haubaren Fichten-, Tannen- und Kiefernbeständen werden hinter einer schützenden Holzwand Saumschläge angelegt. Die erste der drei Versuchsflächen wird natürlich verjüngt, die zweite unter gleich zu haltendem Schutzbestand mittels Spaltpflanzung künstlich verjüngt und die dritte Fläche nach dem Kahlhieb mit denselben Werkzeugen bepflanzt. Im übrigen werden diese Flächen wie ad I behandelt.

5) Auf verheideten, verhärteten aber steinfreien und tiefgründigen Flächen, Oedländereien ꝛc. werden fünf Flächen nebeneinander zu Kulturversuchen benutzt. Die erste Fläche wird durch Handarbeit teils auf 20, teils auf 40, teils auf 60 cm in gleicher Weise gelockert, wie es durch den Untergrundspflug geschieht. Diese Fläche wird mit Saatschulpflanzen in der nach dem Bodenzustand angemessenen Weise (Pflanzbeil oder Buttlarisches Eisen, Hacke, Setzholz, Spaten) angebaut. Die zweite Fläche wird mittels Spaltpflanzung auf abgeschälte und oberflächlich gelockerte Platten kultiviert. Die dritte Fläche wird durch Ballenpflanzung mit dem Hohlbohrer, Hohlspaten ꝛc. kultiviert. Auf der vierten Fläche werden Löcher gehackt und verschulte Pflanzen eingesetzt. Auf der fünften Fläche werden Löcher gehackt und Saatbeetpflanzen mit dem Beil oder ähnlichen Instrumenten eingesetzt.

Man kann noch weitere Flächen anreihen und den Bohligschen Bohrer, den Spiralbohrer und die Manteuffelsche Hügelpflanzung versuchen. Die Messung der Pflanzen und die Verbuchung der Kosten geschieht wie vorher.

6) Auf den noch nicht verhärteten, mit einem leichten Bodenüberzug bedeckten Kulturböden wird eine Fläche kurzgehackt und mit Saatbeetpflanzen kultiviert und drei (oder fünf) Flächen werden wie ad 5 behandelt.

7) Die Pflanzenentfernung wird nicht überall gleichmäßig, sondern etwa mit 1,0 m, 1,5 m, 2,0 Quadratverband auf den Versuchsflächen gewählt. Jedoch muß jede Versuchsfläche die Abstufungen gleichmäßig enthalten. Die Fläche derselben ist abzugrenzen und zu vermessen.

8) Wenn Buchel- und Eichelstecksaat örtlich leistungsfähiger erscheint, als Pflanzung von Saatbeetpflanzen, so kann eine weitere Probefläche ad 1 und 2 angereiht werden.

9) Die Eichenpflanzung, namentlich zur Begründung und Ausbesserung der Schälwaldungen, wird mittels verschieden großer Pflanzen, mit und ohne Schaft (Stummel-, Stutzerpflanzung), einzeln oder in Dreieckform (auf etwa 30 cm Entfernung) u. s. w. ausgeführt und vergleichend gewürdigt.

10) Die verschiedenen Arten der Pflanzenerziehung (unter Schutzbestände und in Forstgärten) sind hinsichtlich der Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenentfernung in den Riefen, Verschulung 2c. nach Kosten und Erfolg zu vergleichen.

11) Der Fruchtbau ist mit verschiedenen Fruchtarten (Kartoffel, Hafer, Topinambur, Lupine) auf vergleichungsfähigen Flächen nach Kostenaufwand und Erfolg zu untersuchen (auf schweren, rohen, kalkarmen Böden mit und ohne Kalkdüngung).

12) Weitere Versuche werden sich durch die örtlich beachtenswerten Zwecke des Waldbaues anreihen.

Der Arbeitsplan der forstlichen Versuchsanstalten weicht von der vorstehenden Darstellung der Aufgaben, welche zur rationellen Begründung des Verjüngungsbetriebs zu lösen sind, sehr wesentlich ab. Zunächst berücksichtigt derselbe lediglich den künstlichen Holzanbau auf Kahlschlägen. Zwar sind besondere Versuchsreihen nicht nur für „wilden" Boden, sondern auch für „normalen" Boden anzulegen. Aber der normale Waldboden ist in Verjüngungsschlägen oder in geschlossenen Beständen frei zu hauen.

Die Hälfte der Versuche ist ferner der Vergleichung der Saatmethoden unter sich (mit verschiedener Bodenbearbeitung, Aussaat, Samenmenge) und mit der Pflanzung zu widmen. Ich habe die Leistungsfähigkeit der Holzsaat im neunten Abschnitt hinlänglich gekennzeichnet, um sagen zu dürfen, daß die Fortbildung des Waldbaues auf die Untersuchung dieser Leistungsfähigkeit verzichten darf.

Für die Pflanzversuche mit Kiefern in Preußen soll auf einem ungelockerten Boden lediglich das Stieleisen, auf gelockertem Boden dagegen der Klemmspaten und das Pflanzholz angewandt werden. Aber selbst für lockeren Sandboden sind noch andere Pflanzwerkzeuge verwendbar, wie das Stieleisen, der Klemmspaten und das Pflanzholz. Bei den Fichtenkulturversuchen ist sehr viel von Saaten, aber nicht von Pflanzwerkzeugen die Rede und die Weißtannenpflanzung soll nur in ausgehobene Löcher oder ungedeckte Hügel ausgeführt werden.

VI.

Die Ermittelung der Nutzholzvorräte in den deutschen Waldungen.

Die Erforschung der Leistungsfähigkeit des deutschen Waldbetriebs darf sich nicht lediglich auf die forststatischen Untersuchungen beschränken. Sie muß vielmehr auf das forststatistische Gebiet übergreifen. Ich habe im siebenten Abschnitt die volkswirtschaftliche Tragweite des sog. Lichtwuchsbetriebes ausführlich dargelegt. Nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse über die Wachstumsleistungen der Waldbäume darf man es als durchaus wahrscheinlich bezeichnen, daß die bisher gebräuchliche Erhaltung des dichten Kronenschlusses eine wirtschaftliche Verirrung ersten Rangs war.

Wie ist diese Zusammendrängung der Waldbäume im Kronenschluß entstanden und wie und wo ist sie gerechtfertigt worden? Man betrachtet gewöhnlich Georg Ludwig Hartig als den Begründer der Holzerziehung mit Erhaltung des strengen Kronenschlusses und diese Ansicht ist insoweit richtig, als Hartig gewarnt hat, eine zu weit gehende Auslichtung der schwachen Stangenhölzer vorzunehmen, weil er Nachteile infolge von Schnee- und Duftanhang befürchtete. Diese Befürchtung hat sich als grundlos erwiesen; die Dickichte, die man scharf durchforstet hat, sind in der Regel weniger beschädigt worden, wie die dicht stehenden und schwanken Gerten- und Stangenhölzer und nirgends ist in den ersteren eine stärkere Beschädigung wahrgenommen worden. Schon Hartig hat mit vollem Nach-

druck die Zuwachssteigerung betont, die im höheren Alter der Bestände durch Verringerung der Stammzahl erreicht wird. Von den weiter im Anfang des 19. Jahrhunderts maßgebenden Waldbaulehrern war Cotta bekanntlich sehr lichtfreundlich gesinnt und es ist in der That sehr zu beklagen, daß man in der Folgezeit unterlassen hat, die Richtigkeit und die wirtschaftliche Bedeutung der Anregungen, die Cotta gegeben hatte, durch komparative Untersuchungen festzustellen. Hundeshagen war offenbar unsicher und zweifelhaft; er stellt teils die Ertragsleistungen des Mittelwaldes, selbst des Femelwaldes höher wie die Ertragsleistungen geschlossener Hochwaldbestände und verteidigt anderseits die Holzerziehung im Kronenschluß gegenüber den Cottaschen Reformbestrebungen, allerdings in nicht glücklicher Weise. Die späteren Waldbauschriftsteller haben diese Frage nicht näher untersucht. Theodor Hartig hat zwar die Behauptung aufgestellt, daß der größte Gesamtzuwachs an die Erhaltung des Vollbestands gebunden sei; aber wir haben (S. 198) gesehen, daß die versuchte Beweisführung von einer unrichtigen Grundlage ausgegangen ist.

Ich glaube in den vorstehenden Abschnitten genügende Belege beigebracht zu haben, um die Vermuthung zu begründen, daß die Erhaltung des Kronenschlusses in den fruchtbaren Gegenden Deutschlands, wo man den licht gestellten Boden durch Schutzholz schattig und feucht erhalten konnte, eine Verirrung war. Indessen habe ich wiederholt lediglich die weitere Untersuchung dieser Frage befürwortet und warne nochmals nachdrücklich vor der überstürzenden Einführung des Lichtwuchsbetriebes im großen. Wenn aber die ad II eingehend zergliederten Untersuchungen die bis jetzt berechtigten Vermutungen bestätigen sollten, dann darf die praktische Wirtschaftspolitik im Deutschen Reiche ohne Zögern den Nutzholzimport zurückdrängen und für die deutschen Nutzholzvorräthe gangbare Exportwege öffnen. Aber auch in diesem Falle werden die praktischen Staatsmänner Deutschlands und namentlich die von mannigfachen Erwägungen geleiteten Volksvertreter sichere, zweifellose Beweise verlangen, daß die Nutzholzvorräte in den deutschen Waldungen nicht nur für die quantitative, sondern hauptsächlich für die qualitative Befriedigung zunächst des inländischen Nutzholz-

konsums nachhaltig genügen. Man wird sagen: während dem letzteren starkes Blochholz, Balkenholz 2c. dargeboten werden muß, liefern die deutschen Waldungen nur vereinzelt Starkholz, vielmehr mit der Hauptmasse schwache Bauhölzer.

Man kann nicht leugnen, daß die Forstwirte bisher bei den Bestrebungen, die auf Zurückdrängung des Holzimports gerechnet waren, die Leistungskraft der deutschen Waldungen nur in sehr unsicherer Weise zu schätzen vermocht haben. In der That kannte man nicht einmal die Holzvorräte in den 80- und mehrjährigen Holzbeständen im Deutschen Reich nach der Rohmasse und noch viel weniger konnten die Forstwirte zuverlässig bestimmen, welcher Teil dieser Rohmasse zu Nutzholz brauchbar sein wird. Wenn der inländische Starkholzverbrauch in den letzten 20 Jahren, namentlich in Rheinland und Westfalen, Sachsen und Schlesien größtenteils durch ausländisches Holz gedeckt worden ist, während die deutschen Waldungen vorherrschend das schwächere Nutzholz geliefert haben, so wird man mit besonderem Nachdruck den Nachweis verlangen, daß das Blochholz, Balkenholz 2c. in den inländischen Waldungen quantitativ den Verbrauch zu decken vermag.

Die Zurückdrängung der Holzeinfuhr wird, wie ich befürchte, eine Lebensfrage für die deutsche Forstwirtschaft werden. Voraussichtlich wird das Brennholz immer mehr entwertet, während bei Zunahme der Gewerbthätigkeit in Deutschland die Nord- und Ostländer Europas eine erstaunliche Leistungsfähigkeit in der Deckung des deutschen Mehrverbrauchs entfalten werden und infolge ihrer Produktionsverhältnisse Preise, welche den deutschen Handel und die deutsche Holzindustrie ruinieren, stellen können. (Das Vorspiel sieht man schon auf dem Gebiete des früher so blühenden rheinischen Holzhandels; hier tritt allerdings die amerikanische Konkurrenz in Holland hinzu.)

Aber die Aufnahme der Nutzholzvorräte Deutschlands ist eine zeitraubende und kostspielige Arbeit*) und man wird zuvor wissen wollen, ob die Ergebnisse derselben den Kostenaufwand lohnen. Bei dem heute vorliegenden Material kann man in der That nicht

*) Sie wird nach meiner Schätzung eine Ausgabe von 3 bis 4 Millionen Mark verursachen.

angeben, ob die Mehrnutzung, die erreichbar sein würde, wenn die Einführung des Lichtwuchsbetriebes die Herabsetzung der Umtriebszeit bis zum 70—90jährigen Bestandsalter ohne spätere Verringerung des bisherigen Nutzholzertrags gestatten sollte, die für die Nutzholzfläche des deutschen Reichs 1000 oder 2000, 3000 oder selbst 4000 Millionen Mark Kapitalwert*) haben würde, weil man nicht bemessen kann, inwieweit die Stämme, die sich in den mehr als 80jährigen Beständen finden, konkurrenz- und exportfähiges Blochholz, starkes Bauholz ꝛc. liefern, in welcher Zeit der Absatz ohne Ueberführung des deutschen resp. mitteleuropäischen Nutzholzmarktes möglich werden wird u. s. w. Immerhin wird man annehmen dürfen, daß die Mehreinnahme, um die es sich handelt,

---

*) Infolge nächtlicher Arbeit und Revision der Korrekturbogen auf Reisen ist S. 309 ein Rechnungsfehler unentdeckt geblieben, den ich schon hier berichtigen will. Ich habe S. 309 irrtümlich die bisherige Nutzung für 4 Millionen Hektar Nutzholzfläche in den deutschen Waldungen (18,7 Millionen Festmeter) mit dem Preis per Festmeter (6,57 M.) multipliziert, während die Mehrnutzung bei 80jähriger Abnutzungszeit des Vorratsüberschusses nur 4,7 Millionen Festmeter beträgt und mit 6,57 M. zu multiplizieren war. Die Mehrnutzung sollte auf jährlich 30 Millionen Mark mit einem Jetztwert von 718 Millionen Mark berechnet werden (für 8 Millionen Hektar zur Nutzholzzucht tauglichem Waldboden auf circa 1000 Millionen Mark, während die Schulden der Einzelstaaten Deutschlands excl. Eisenbahnschuld ꝛc. ungefähr 1435 Millionen Mark betragen).

Ich habe indessen bei dieser Berechnung eine sehr lange Uebergangsperiode (80 Jahre) angenommen. Wenn es mittels Durchführung des Lichtungsbetriebs in den 40—70jährigen Beständen möglich werden würde, beim Abtrieb der Uebergangsbestände im 80.—100. Jahre dieselben Nutzholzmassen einzuernten, wie bei der bisherigen 100—120jährigen Abtriebszeit und die Nutzholzmehrfällung in Deutschland, wenn man dieselbe auf 30 Jahre konzentriert, auf dem mitteleuropäischen Nutzholzmarkte ohne beträchtliche Preisminderung Absatz finden würde, so würde man viel höhere Ziffern finden. Zudem sind auch die sehr beträchtlichen Beträge, welche den deutschen Eisenbahnen, Arbeitern, Fuhrleuten, Maschinenfabriken größtenteils aus dem Ausland zufließen, zu veranschlagen. Unter diesen Voraussetzungen würde die oben irrtümlich berechnete Vermehrung des Nationalwohlstandes (4 Milliarden Mark) nahezu erreicht werden können. Indessen habe ich schon im achten Abschnitt betont, daß diese Ziffern durchweg ungenau sind und lediglich auf die volkswirtschaftliche Tragweite, welche man der raschen Einbürgerung der Nutzholzproduktion und den in dieser Richtung grundlegenden Untersuchungen beilegen muß, andeutungsweise aufmerksam machen sollen.

dem oben bezifferten Betrage der deutschen Staatsschulden (exkl. der Eisenbahnschulden, Aufnahmen für Ablösungszwecke) nahe stehen, vielleicht denselben weitaus übertreffen wird.

Allerdings wird der deutschen Nation diese Vermehrung des Volksvermögens nicht ohne weiteres wie eine reife Frucht in den Schoß fallen. Es ist vielmehr eine weitere, wenn auch rentierende Kapitalanlage erforderlich. Wenn die Uebernutzung in 80 Jahren vollzogen wird und jährlich ca. 3 Millionen Festmeter beträgt, so sind in Deutschland, da die Leistungskraft der bestehenden Sägewerke schon jetzt ziemlich vollständig ausgenutzt wird*), etwa 500 Sägewerke mit je ca. 4 Vollgatter neu zu errichten, die etwa 30—40 000 Arbeiter beschäftigen werden. Es wird ein Anlagekapital von etwa 40—50 Millionen Mark nötig werden. Die deutsche, von Banken ꝛc. unterstützte Privatindustrie wird zwar vor dieser Ausgabe nicht zurückschrecken. Indessen wird, wie ich vermute, die in der neuesten Forstlitteratur eifrig diskutierte Frage, in welcher Weise die Holzindustrie durch die Waldbesitzer zu beleben ist, dahin beantwortet werden, daß Sägewerke auf Kosten der letzteren zu erbauen und öffentlich im Anschluß an mehrjährige Holzlieferungsverträge zu verpachten sind. Auch in diesem Falle würde der 80 Jahre lang eingehende Mehrertrag etwa einmal als Anlagekapital in Frage kommen.

Die Aufnahme der über 80jährigen Nutzholzvorräte im Deutschen Reich ist sonach wegen ihrer volkswirtschaftlichen Tragweite immerhin ins Auge zu fassen. Sie hat in Hand mit der ad II erörterten Vermessung der Weiserstämme und des Probeholzes zu gehen.

Man hat zunächst allgemein gültige „Nutzholztafeln“ aufzu-

---

*) In den Jahren 1871—1884 ist allerdings die Nutzholzausbeute in einzelnen Ländern Deutschlands mit 7—9 % gegenüber der Periode 1865—1870 gestiegen (namentlich in Bayern, Sachsen, Württemberg, während die Nutzholzausbeute in Preußen den früheren Prozentsatz beibehalten hat). Aber man kann nicht wissen, welche Zahl von neuen Sägewerken in dieser Zeit angelegt worden sind, mit welchen Massen beschlagenes Bauholz, Gerüstholz ꝛc. verwendet worden ist u. s. w. Statt 7—9 % würden aber in dem hier betrachteten Falle 25 % in Frage kommen.

stellen. In ähnlicher Weise, wie die bayrische Forstverwaltung bei der Ermittelung der Massentafeln verfahren ist und nach dem Vorgang von Burckhardt, hat man für Eichen, Fichten, Tannen, Kiefern, Lärchen und Rotbuchen die Bau- und Blochholzprozente für die Stärkestufen (Brusthöhedurchmesser) und die Gipfelhöhen (Stammklassen) festzustellen.

Wenn die Fällung der Weiserstämme und Probestämme in der ad II erörterten Weise in allen Waldgebieten Deutschlands vollzogen wird, so wird man schon hierdurch ein reichhaltiges Material für die Feststellung dieser Nutzholzprozente (auch der Ausbauchungsreihen Burckhardts oder der Abnahme des Durchmessers per Längenmeter) gewinnen. Erweisen sich die bei der Vermessung der Weiserstämme, Probestämme und in sonstiger Weise gewonnenen Anhaltspunkte als ungenügend, so wird man die Vermessung der Nutzholzstämme, die in einem Wirtschaftsjahr in den technisch bewirtschafteten Waldungen Deutschlands gefällt werden, hinsichtlich der Gipfelhöhe, des Brusthöhendurchmessers, des Nutzholzgehalts und der Abstufung des Durchmessers vom unteren zum oberen Abschnitt zu Hilfe rufen müssen (aber nicht mit den laufenden Dienstgeschäften vermengen dürfen).

Wenn in allen Ländern Deutschlands eine genaue Aufnahme der sämtlichen Stämme in den angehend haubaren und haubaren Beständen nach Durchmesser und Abstufung der Gipfelhöhe vorliegen würde, so würde die Ermittelung der Nutzholzvorräte auf Grund der oben erwähnten Nutzholztafeln mit hinlänglicher Genauigkeit im Zimmer ausgeführt werden können. Diese genaue Messung der Bestände wird jedoch meines Wissens nur in den Staatswaldungen einzelner Länder bei den Revisionen der Betriebsregelung vollzogen. Somit erübrigt nun die Aufnahme der haubaren und angehend haubaren Stämme nach Durchmesser und Höhe im Verein mit den ad II und III erörterten Untersuchungen — allerdings eine zeitraubende und kostspielige, aber durch die finanzielle Tragweite des Zwecks gerechtfertigte Arbeit. Ich habe die Ausführung ad II erörtert; das weitere findet man in der Litteratur der Forstbetriebsregelung und Holzmeßkunst.

Das forstliche Versuchswesen hat noch einige andere, in das Gebiet des Waldbaues einschlagende Arbeiten in Angriff genommen.

Sie bezwecken zunächst die naturgesetzliche Begründung des Waldbaues. Für die Beobachtungen an den meteorologischen Stationen wurde ein Arbeitsplan vereinbart. Die Temperatur der Luft, der Feuchtigkeitsgehalt derselben, die Wasserverdunstung, die Niederschlagsmenge soll im Walde und auf freiem Felde vergleichend beobachtet, die Lufttemperatur am Waldboden und in den Baumkronen, die Temperatur des Wald- und Feldbodens in verschiedener Tiefe vergleichend gemessen werden. Man darf hoffen, daß diese Untersuchungen beachtenswerte Ergebnisse als Ergänzung der im zweiten Abschnitt besprochenen Ebermayerschen Forschungsresultate liefern. — Es sollen ferner über die Eintrittszeit der Blattentfaltung, der allgemeinen Belaubung, der Blütezeit, der Fruchtreife und des Laubabfalls phänologische und klimatologische Beobachtungen angestellt werden. — In Bayern sollen die Frostorte und die Frosterscheinungen genau beobachtet werden. — In Sachsen will man außer der Regenmenge die Gewitter nach Dauer, Himmelsrichtung der Herkunft und der herrschenden Windrichtung beobachten.

In Bayern soll die Einwirkung der Streuentnahme auf den Holzwuchs nach der geognostischen Abstammung des Bodens, ferner der Geldwert der Streu, die Größe der Streuproduktion u. s. w. ermittelt werden.

Die weiteren Arbeiten liegen auf forsttechnischem Gebiet. Zunächst ist die Standorts- und Bestandsbeschreibung präzisiert worden. Für die Bezeichnung der Bodenneigung, für die Gründigkeit (die wurzelfähige Bodentiefe), die Bindigkeit, die Bodenfrische und für die äußeren Bodenzustände sind scharf bemessene Normen und Unterscheidungsmerkmale vereinbart worden. Leider wird die sorgfältigste und ausführlichste Beschreibung der Standortsfaktoren scharfe und direkt maßgebende Anhaltspunkte für die Beurteilung der Gesamtwirkung, die sich im Holzzuwachs ausspricht, nicht gewähren können.

Es sind ferner präzise Bezeichnungen für die Bestandsbeschreibung vereinbart worden. Man soll als Altersklassen unterscheiden: Anwuchs (bis zum Aufhören der Nachbesserungsfähigkeit), Aufwuchs (von hier bis zum Bestandsschluß), Dickicht (bis zum Beginn der natürlichen Reinigung), Stangenholz (bis zu einem Durchmesser von 20 cm in Brusthöhe), und endlich Baumholz (über 20 cm). Der Schlußgrad soll in gleichwüchsigen Beständen mit „gedrängt“, „geschlossen“, „räumlich“, „licht“, in ungleichwüchsigen Beständen nach den Wirtschaftszwecken, z. B. bei Mittelwaldoberholz mit „voll“, „mäßig“, „dünn“, „licht“ oder „dunkler“, „regelmäßiger“, „lichter“ Besamungsschlag u. s. w. bezeichnet werden. Die Unvollkommenheiten im Bestandsschluß sollen als „Lücken“, „Fehlstellen“ und „Blößen“ unterschieden werden. Im übrigen wiederholt der Arbeitsplan früher bekannte Bezeichnungen.

Man hat ferner einheitliche Bezeichnungen für die Holzsorten festgestellt. „Derbholz“ (zum Unterschiede von Reisig und Stockholz) ist die oberirdische Holzmasse über 7 cm Durchmesser (mit der Rinde). Das „Langnutzholz“ zerfällt in „Stämme“ (bei 1 m oberhalb des unteren Endes über 14 cm Durchmesser) und „Stangen“ und diese 14 cm bilden auch die Grenze zwischen dem Scheit- und Prügelholz beim Schichtnutzholz und beim

Brennholz. Die Kommission wird hierbei, wie man hoffen darf, eine sehr wesentliche weitere Anordnung gebührend gewürdigt haben und die Ergebnisse später veröffentlichen. Die Bauholz- und Nutzholzgewinnung geschieht in den einzelnen Gegenden Deutschlands mit sehr verschiedenen Längen und bis zu sehr abweichender Zopfstärke des Schaftes. Bei den Ertragsuntersuchungen hat offenbar die Nutzholzausbeute, welche die Bestände liefern, in den Vordergrund zu treten. Wenn aber die ortsübliche Nutzholzaussonderung bei der Aufnahme der Probestämme beibehalten wird, so kann man unmöglich allgemein gültige Anhaltspunkte gewinnen. Es waren deshalb für die einzelnen Holzarten specielle Zopfstärken festzusetzen; man kennt ja die Baumdurchmesser, welche für die geringen Bauhölzer, Schwellenhölzer ꝛc. erforderlich sind oder konnte wenigstens leicht ermitteln, ob z. B. schnürige Eichenstämme bis 25 cm Zopfende, gerade Nadelhölzer bis 18 oder 22 oder 24 cm Zopfstärke u. s. w. in den einzelnen Gegenden Deutschlands bei intensiver Holzausnutzung, wie dieselbe z. B. auf Dampfsägen üblich ist, zu Bau- und Blochholz bisher verwendet worden sind oder verwendet werden können. Man konnte auch in den Gegenden, in denen der Absatz zu Grubenholz, Telegraphenstangen u. s. w. beachtenswert ist, den Anfall für die betreffenden Stufen des Brusthöhendurchmessers nach gemeinsamen Normen estfstellen lassen.

Ein weiterer Arbeitsplan behandelt die **Untersuchungen über den Gehalt der Raummasse an fester Holzmasse und über das Gewicht des Holzes.** In den meisten Ländern ist der Abgabesatz bei der Forsteinrichtung nach Kubikmeter fester Holzmasse (Festmeter) festgesetzt worden. Die Verrechnung des in Raummeter, Wellenhundert aufgearbeiteten Nutz- und Brennholzes muß sonach zur Bilanzierung von Schätzung und Erfolg gleichfalls nach der festen Holzmasse stattfinden, welche sich in diesen Raummassen befindet (Festmeter), während bei Aufnahme des Nutzholzes direkt die Festmeterziffern berechnet werden. Mehrere Forstverwaltungen haben diese Derbgehaltssätze schon früher ermitteln lassen. Die bayrische Forstverwaltung ließ ca. 13 000 Klafter = 43 000 Raummeter genau untersuchen und bestimmte 1846 als Reduktionsfaktoren:

	Max.	Med.	Min.
Für Laubholzscheitholz, für alle Holzarten .	0,72	0,68	0,64
Nadelholzscheiter, desgl.	0,74	0,71	0,68
Nadelholzprügel exkl. Kiefern	0,69	0,65	0,61
Eichenprügel	0,57	0,53	0,49
Uebrige Holzarten und Kiefernprügelholz . .	0,65	0,60	0,55

Die badische Forstverwaltung veröffentlichte 1838 folgende Derbmassensätze:

	Max.	Med.	Min.
Scheitholz	0,764	0,694	0,625
Prügelholz von Stangen .	0,625	0,555	0,486
„ „ Aesten .	0,590	0,521	0,451

Diese Ermittelungen sind durch die forstlichen Versuchsanstalten beträchtlich erweitert und von Professor von Baur veröffentlicht worden. Derselbe hat vorgeschlagen, daß bei intensiver Wirtschaft z. B. das oben genannte Scheit- und

Prügelholz, welches in erster Linie in Betracht kommen wird, wie folgt zu reduzieren ist:

1) Scheitholz: glatt, gerade und stark, von Laub- und Nadelholz . . 0,75
knorrig, krumm, stark und schwach von Nadelholz 0,70
glatt, gerade und schwach von Laub- und Nadelholz 0,70
knorrig, krumm, stark und schwach von Laubholz 0,65

2) Prügelholz:
glatt, gerade und stark von Nadelholz 0,75
dito von Laubholz 0,70
glatt, gerade und schwach von Laub- und Nadelholz, schwach, krumm und knorrig von Nadelholz, stark, krumm und knorrig von Laub- und Nadelholz 0,65
schwache, krumme und knorrige Brennholzkrüppel 0,60

Diese mühevollen Untersuchungen sind sicherlich dankenswert. Sie dienen zur Ergänzung und Verbesserung der bisherigen forstlichen Hilfsmittel. Wenn bei der Aufnahme der haubaren Holzbestände keine Probestämme nach dem Draudt-Urichschen Verfahren gefällt worden sind, vielmehr Formzahlen benutzt wurden, so verschärfen die neu gewonnenen Reduktionsziffern die Bilanzierung zwischen Schätzung und Erfolg. Der Verfasser folgt bekanntlich anderen Anschauungen. Er kann nicht einsehen, daß die Feststellung des Abgabesatzes nach Masseneinheiten zum Zweck der nachhaltigen und gleichmäßigen Lieferung der letzteren für irgend ein diskussionsfähiges gesamt- oder privatwirtschaftliches Ziel des Waldbaues erforderlich ist, nicht einmal für die annähernde Gleichstellung des Arbeitsverdienstes der Holzhauer. Aber auch bei der annähernden Gleichstellung der Jahreserträge nach den Gebrauchswerten (unabhängig von den schwankenden Holzpreisen), die der Verfasser befürwortet, hat die Nachweisung des Rohmassenertrags nebenher zu laufen. Die genannten Arbeiten sind deshalb, wie gesagt, dankenswert.

Die Untersuchung des Trockengewichts der Hölzer, die Baur vorgeschlagen hatte, hat der Verein leider abgelehnt. Da das Trockengewicht vermutlich bei der Beurteilung der technischen Eigenschaften unserer Waldbäume immerhin in die Wagschale fallen wird, so verdient es besondere Anerkennung, daß der Genannte diese Untersuchungen nicht unterlassen hat, wenn er auch dieselben nur in beschränktem Umfange vornehmen konnte.

Der Arbeitsplan für die Aufstellung von Kubiktafeln für Kleinnutzholzsortimente wird gleichfalls zur Verbesserung der bisherigen Hilfsmittel der forstlichen Praxis beitragen.

Eine riesenhafte Arbeit war ferner bei der Feststellung von Formzahl- und Baummassentafeln zu bewältigen. Diese genauen Formzahlen ergänzen und verbessern nicht nur die 1846 veröffentlichten bayrischen Massentafeln, sie dienen auch zur Kontrolle der Ergebnisse bei der Fällung von Probestämmen nach dem Draudt-Urichschen Verfahren.

Die Erhebung der Stammzahl normal erscheinender Hochwaldbestände soll die Größe der örtlichen Schwankungen, welche bezüglich des

Stammreichtums vorkommen, aufklären, die Ursache und Wirkung derselben näher beleuchten. Man hofft brauchbare Mittelzahlen für die Bestandsverschiedenheiten jeder Hauptholzart nach dem Standort, dem Bestandsalter und der wirtschaftlichen Behandlung zu gewinnen und einen besseren und bequemeren Maßstab für die Definition der Normalität zu erhalten. Nach den obigen Erörterungen glaube ich die Hoffnung aussprechen zu dürfen, daß man mittels Anwendung der Weiserstammmethode durchschlagendere Erfolge erreichen wird.

Ueber den Zuwachsgang freistehender Weißtannen hat man in Baden Untersuchungen begonnen, die hoffentlich interessante Aufschlüsse liefern werden.

Anhang.

Zusätze und Berichtigungen.

1) Zum zweiten Abschnitt, Erforschung der Naturgesetze des Waldbaues.

Seite 62 habe ich die Thätigkeit der niederen Organismen im Boden erwähnt. Es ist in der That nicht zweifelhaft, daß die Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoff im Boden in der Hauptsache an diese Thätigkeit gebunden ist. Wollny hat nach dem Vorgange von Schlösing, Müntz u. a. nachgewiesen, daß nicht nur Chloroformdämpfe, sondern auch Karbolsäure, Borsäure, Thymol ꝛc. die Kohlensäureproduktion erheblich herabdrücken. Bei den Untersuchungen in Paris fanden sich in 1 g Erde von Grasflächen 750 000—900 000 Bakterienkeime, somit eine fast unaussprechliche Zahl per Hektar.

Der Zersetzungsprozeß im Boden wird in quanto et quali von demjenigen Faktor beherrscht, der im Minimum vorhanden ist. Es ist die Aufgabe des Forstwirts, Bodenzustände herzustellen und zu erhalten, welche diese Thätigkeit der niederen Organismen zweckentsprechend regeln; dieselbe darf weder unterdrückt werden, indem man z. B. den Waldboden austrocknen läßt, noch darf sie übermächtig werden, was hauptsächlich durch Erwärmung des Bodens hervorgerufen werden würde.

Der Waldboden, der mit geschlossenen Holzbeständen bedeckt und zugleich tiefgründig, frisch und locker ist, bietet offenbar für die Zubereitung und die Bewahrung der Kohlensäure die günstigsten Verhältnisse und dabei steht die Permeabilität des Bodens für Luft und Wasser an erster Stelle. Ist der Boden flachgründig oder fest oder (wie an

Südwänden unter Kiefernbeständen) trocken, so verringert sich sowohl die Wasserströmung durch die Blätter und die Wurzelverbreitung, als die Thätigkeit der niederen Organismen und damit der Holzwuchs. Jedoch ist die Frage, aus welchen Ursachen der Kalkgehalt günstig auf die Holzproduktion wirkt, noch nicht gelöst; bei den Versuchen von E. Wolff, Neßler und Wollny hat der Aetzkalk die Zersetzung verzögert, während die Forstwirte täglich beobachten können, daß der Kalk „zehrend" wirkt, auch Aetzkalk den Boden lockert. Der Sandboden beschleunigt durch bessere Durchlüftbarkeit und die höhere Temperatur die Oxydation; aber er hat eine geringere Wasserkapazität und es fragt sich, ob die Abgabe der Kohlensäure rascher erfolgt, als in einem dichten, kühlen Thon- und Lehmboden. Hier wird die Zersetzung langsamer vorschreiten und nur durch die höhere Wasserkapazität unterstützt werden; aber dieser Boden erhält sich vielleicht (namentlich bei Tiefgründigkeit) ständig einen reichhaltigeren Kohlensäurevorrat. Wenn im Hochsommer ausgiebige Regengüsse ausbleiben, so wird der Sandboden im Nachteil sowohl hinsichtlich der Wasser-, als der Kohlensäureabgabe sein.

Die Erscheinungen in der Waldproduktion bei wechselndem Klima, verschiedener Lage (West- und Ostwände, steile Hänge 2c.), verschiedener Färbung des Bodens 2c. lassen sich leicht auf ihre naturgesetzlichen Ursachen (Wärme, Feuchtigkeitsgehalt 2c.) zurückführen.

Bezüglich der Maßnahmen des Forstwirts bei der natürlichen oder künstlichen Auslichtung der Bestände lassen auch die weiter mir vorliegenden Untersuchungen die Vermutung zu, daß sich ein lockerer, unkrautfreier Boden, der mit Laub und Nadeln bedeckt bleibt oder vom gelichteten Bestand überstreut wird, günstiger hinsichtlich der Erhaltung des Wassergehalts und der Kohlensäure verhalten wird, als ein mit Schutzholz bebauter Boden. Allerdings kann man einwenden, daß das Schutzholz die Beschattung des Bodens vermehrt und dadurch die Erwärmung verhindert, daß dasselbe ferner durch den Laubabwurf die Humusbildung verstärkt. Allein anderseits wird nicht nur das Schutzholz die Bodenfeuchtigkeit stärker verdunsten, wie die älteren Bäume; das Schutzholz wird auch die leichteren Regenniederschläge während der Vegetationszeit in stärkerem Maße auffangen und nicht zum Boden gelangen lassen, als der nicht unterbaute Bestand mit gleichfalls lockerem und streubedecktem Boden. Da jedoch in der Regel der Unkrautwuchs in licht gestellten Beständen zurückzuhalten ist, so wird der alsbaldige Unterbau zumeist am günstigsten wirken und von einer vorsichtigen Wirtschaftsführung in zweifelhaften Fällen nicht verabsäumt werden dürfen.

Bei der Verjüngung wird derjenige Boden, auf welchem eine (nicht zu hohe und dichte) Laub-, Nadel- und Moosdecke zwischen den aufwachsenden Pflanzen am meisten und am längsten erhalten worden ist, am wenigsten austrocknen und entkräftet werden.

2) Zum sechsten Abschnitt, geräumige Stellung, S. 209.

Während des Drucks wurde eine nochmalige Berechnung der 1872 in den Bezirken Holzkirchen und Urspringen ausgeführten Aufnahmen mit den Preisen des Jahrzehnts 1868—1878 vorgenommen. Hierbei ergab sich, daß zwar der S. 209—215 nachgewiesene Wertzuwachs thatsächlich stattgefunden hat, daß jedoch ausnahmsweise die Preise des Eichenhandelsholzes 1868—1878 infolge der von mir eingeführten veränderten Verwertungsart gegenüber den Preisen von 1858—1868 beträchtlich gestiegen waren. Da dieser Einfluß eliminiert werden muß, so ändern sich zwar die Ziffern, aber die Zuwachsleistungen des Lichtwuchsbetriebs — namentlich in dem mit geringen Eichenholzvorräten ausgestatteten Versuchsbezirk Holzkirchen — treten noch stärker hervor. Zunächst steht die Massenproduktion für gleiche vor dem Angriffe (1872) vorhandene oberirdische Holzmasse (sonach inkl. Reisig) im folgenden Verhältnis:

a. im stark gelichteten Versuchsbezirk Holzkirchen (S. 209, 12jähriger Durchschnitt) 1,00
b. in den zeitweise gelichteten Mittelwaldbeständen auf den flachgründigen Kalkköpfen des Bezirks Urspringen (S. 212, 6jähriger Durchschnitt) 0,54
c. in den zusammengewachsenen Mittelwaldungen auf dem tiefgründigen Muschelkalkboden des Bezirks Urspringen (Weizenboden, S. 211 und 212, 6jähriger Durchschnitt) . 0,34

Ferner steht die Wertproduktion für gleiche vor dem Angriff vorhandene Vorratswerte im folgenden Verhältnis:

a. Holzkirchen 1,00
b. Urspringen, Kalkköpfe 0,77
c. Urspringen, bester Boden . . . 0,43

Der Massenzuwachs per Hektar und Jahr beträgt:

a. 8,28 Festmeter.
b. 3,33 „
c. 4,18 „

3) Zum achten Abschnitt, S. 309.

Der Rechnungsfehler Z. 27 v. o. findet sich S. 570 berichtigt.





